制浆造纸手册

第十三分册·仪表与自动化

轻工业出版社

TS7-62
8.10(13)

责任编辑：张松培　滕炎福
封面设计：赵小云

ISBN 7-5019-0217-8/TS·0140

科技新书目：193-201　　定价：12.00元

北京卡片商店 1091

（第十三分册·仪表与自动化）

《制浆造纸手册》编写组 编

•

轻工业出版社出版
（北京广安门南滨河路26号）
轻工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

•

850×1168毫米 1/32 印张：10 插页：16 字数：260千字
1989年8月 第一版第一次印刷
印数：1—5,500 定价：12.00元
ISBN 7-5019-0217-8/TS·0140

399247

制浆造纸手册

（第十三分册·仪表与自动化）

《制浆造纸手册》编写组　编

轻工业出版社

)177630

内 容 提 要

《制浆造纸手册》是一部根据我国造纸工业生产经验编写的，以造纸工艺为主的工具书。整个手册分十三个分册。本书是第十三分册。内容包括：造纸工业特殊检测仪表和自动调节仪表的分类、原理、构造、性能和选用场合以及制浆造纸各个生产过程自控仪表的配置等。

本书可供造纸工业的技术人员、管理人员及造纸专业的院校师生参考。

前　言

新中国成立以来，造纸工业有了比较迅速的发展，在生产建设、科研、设计和设备制造等方面都已奠定了一定的基础，造纸工业已初步形成了一个比较完整的体系，并积累了一定的经验。为了适应造纸工业今后发展的需要，必须认真总结和介绍国内外的生产经验，提高我国造纸工业的技术水平，为造纸工业的现代化做出贡献。为此我们编写《制浆造纸手册》，以满足国内广大造纸工作者工作和学习的需要。

《制浆造纸手册》是一部根据我国造纸工业生产经验编写的，以造纸工艺为主的工具书。主要内容包括工艺流程，工艺技术条件、工艺计算、工艺操作要点和主要产品质量标准以及设备规格、型号和性能等，并对国外造纸工艺技术也作了简要的介绍。由于工具书的性质，其内容尽可能用图和表格表示，必要的文字叙述则力求简明扼要。

《制浆造纸手册》共分十三个分册，将陆续出版。第一分册：第一章纤维原料，第二章化工原料。第二分册：第三章备料；第三分册：第四章碱法制浆；第四分册：第五章黑液回收；第五分册：第六章亚硫酸盐制浆及红液处理；第六分册：第七章机械法制浆；第七分册：第八章纸浆的洗涤与筛选，第九章纸浆漂白；第八分册：第十章纸料的准备；第九分册：第十一章纸张的抄造；第十分册：第十二章纸板与浆板的抄造；第十一分册：第十三章加工纸；第十二分册：第十四章供水与供汽；第十三分册：第十五章仪表与自动化。

《制浆造纸手册》是由中国造纸学会和轻工业部造纸局联合组织编写的，参加编写的约有六十多位造纸工业的工程技术人员，并请有关专家、学者审阅，尽管如此，因为初次编写，经验不

足、资料收集不全，加上水平有限，有不当之处，请广大读者指出，再版时予以修改。

编写过程中承各地造纸学会、有关行政领导单位、造纸企业、设计院、研究所和有关院校以及单位的大力支持，使编审工作得以顺利完成，在此一并致谢。

《制浆造纸手册》编写组

目　录

第十五章　仪表与自动化

第一节　基础资料……（1）
一、表示参量的文字符号……（1）
二、表示功能的文字符号……（2）
三、表示气动仪表外部气接头的文字符号……（2）
四、自控仪表图形符号……（3）
五、自控常用电器符号……（8）
第二节　检测仪表……（14）
一、通用仪表……（14）
（一）温度测量仪表……（14）
（二）压力测量仪表……（22）
（三）流量测量仪表……（28）
（四）物位测量仪表……（37）
（五）成分分析仪表……（44）
二、制浆造纸工业特殊检测仪表……（59）
（一）纸浆中浓测量仪表……（60）
（二）纸浆低浓测量仪表……（63）
（三）化学浆和机械浆质量指标测量仪……（73）
（四）纸页和纸板水分测量仪表……（85）
（五）纸页定量测量仪表……（100）
（六）纸页水分和定量的联合测量仪……（107）
（七）纸页和纸板厚度测量仪（厚度计）……（109）
（八）纸页灰分自动测量仪……（113）
（九）纸页质量指标测量仪……（118）
（十）纸卷硬度控制仪……（123）
（十一）烘缸表面温度计……（125）

(十二)纸病检测装置 …… (126)
(十三)木片水分计 …… (133)
(十四)分析仪表 …… (141)
(十五)定量调节阀 …… (157)
第三节 自动调节仪表 …… (161)
一、变送器 …… (161)
(一) 温度变送器 …… (161)
(二) 压力变送器 …… (161)
(三) 差压变送器 …… (161)
二、调节器 …… (176)
(一) 调节器的选型 …… (176)
(二) 调节器参数的整定方法 …… (186)
三、计算单元 …… (190)
四、显示单元 …… (190)
五、执行器 …… (200)
(一) 调节阀结构形式的选择 …… (200)
(二) 执行机构 …… (201)
(三) 制浆造纸工业各种介质调节机关的选择 …… (201)
第四节 制浆造纸生产过程自控仪表配置图 …… (214)
一 机械浆车间 …… (214)
(一) 国内某厂机械浆车间自控仪表 …… (214)
(二) 国外机械浆生产过程自控仪表配置图 …… (217)
二、预热木片磨木浆工段 …… (217)
三、间歇蒸煮工段 …… (224)
(一) 国内某厂蒸煮工段自控仪表系统 …… (224)
(二) 国内某厂蒸煮锅自控仪表系统 …… (224)
(三) 国外间接加热的亚硫酸盐法
蒸煮锅的自控仪表 …… (227)
(四) 化学纤维浆蒸煮程序控制系统 …… (228)
(五) 国外蒸球自控仪表配置图 …… (232)
四、连续蒸煮工段 …… (233)

（一）国内某厂连续蒸煮工段仪表配置……（233）
（二）国外卡米尔（kamyr）连续蒸煮器
自控仪表配置图……（237）
（三）国外（Impco）连续蒸煮器自控仪表配置……（237）
（四）国外斜管连续蒸煮器自控仪表配置图……（240）
五、洗选工段……（240）
（一）国内某厂洗选工段自控仪表配置之一……（240）
（二）国内某厂洗涤工段自控仪表配置之二……（240）
（三）国外洗浆工段自控仪表配置……（240）
六、漂白工段……（246）
（一）国内某厂漂白工段仪表配置……（246）
（二）国外漂白工段（四段漂）自控仪表配置……（249）
（三）国外次氯酸钠漂液制备自控仪表配置图……（249）
（四）国外二氧化氯漂液制备自控仪表配置图……（249）
七、蒸发工段……（249）
（一）国内某厂化学浆车间蒸发工段仪表配置图……（249）
（二）国内某厂扩建的蒸发工段的自控仪表配置……（249）
（三）国外黑液蒸发工段自控仪表的配置……（261）
八、燃烧工段……（261）
（一）国内某厂化学浆车间碱回收工段仪表配置……（261）
（二）国内某厂燃烧工段主要仪表配置……（268）
（三）国外燃烧工段的自控仪表配置……（268）
九、苛化工段……（268）
（一）国内某厂苛化工段的仪表配置……（268）
（二）国外苛化工段的自控仪表配置图……（271）
十、白泥回收工段……（271）
十一、水处理工段……（274）
十二、废水处理工段……（275）
十三、打浆工段（浆料制备）……（275）
（一）国内某厂打浆工段仪表配置……（275）
（二）国内某厂放料部自控仪表配置……（281）

（三）国内某厂200t车间（200t/d）打浆与配浆的自控仪表配置……（285）
（四）国内某厂200t车间纸机筛选、上浆工段仪表配置，生产流程及主要自控仪表流程……（287）
（五）小型纸机连续配料系统仪表配置……（289）
（六）国外打浆与配浆的主要自控仪表配置……（291）
十四、纸机……（292）
（一）国内某厂纸机干燥部工艺流程自控仪表的配置……（292）
（二）国内某厂纸机三段通汽流程及自控仪表的配置……（294）
（三）国内某厂200t纸机干燥部自控仪表配置……（300）
（四）国内某厂纸机湿部仪表配置……（302）
（五）国内某厂纸机湿部工艺流程及主要自控仪表配置……（304）
（六）国外造纸机湿部生产过程和自控仪表配置……（304）
（七）国外造纸机干燥部自控仪表配置……（304）
参考资料……（306）

第十三分册编写说明

本分册由莫芳灿编写　王德志审阅。

第十五章　仪表与自动化

第一节　基础资料

制浆造纸生产过程自控仪表的文字符号如表15-1至表15-3所示；其图形符号如表15-4所示；自控常用电器符号如表15-5所示。

一、表示参量的文字符号

表 15-1

参　量	文字符号	参　量	文字符号	参　量	文字符号
温度	T	转速	N	位移	Z
温差	ΔT	重度（密度）	γ	热量	Q
压力（或真空度）	P	浓度	c	氢离子浓度	pH
压差	ΔP	分析	A	功率	J
重量（体积）流量	F	湿度	ϕ	电压	E
液位（或料位）	L	厚度	δ	电流	I
重量	W	频率	f	电导度	D

二、表示功能的文字符号

表 15-2

功　能	文字符号	功　能	文字符号	功　能	文字符号
指示	*I*	积算	*Q*	手动遥控	*H*
记录	*R*	信号	*A*	变送	*T*
调节	*C*	联锁	*L*		

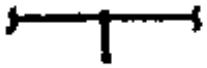
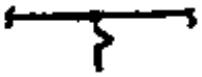
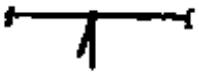
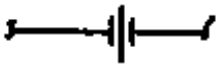
三、表示气动仪表外部气接头的文字符号

表 15-3

名称	文字符号	名称	文字符号	名称	文字符号
输入	R	信号	x	气源	y
输出	C	给定	G	开关	K

四、自控仪表图形符号

续 15-4

名称		图形符号	备注
检测元件及检测点	检测点		
	热电阻		
	热电偶		
	取压器		
	节流装置		
转子流量计			
靶式流量计			
涡轮流量计			

续表

名　　称	图形符号	备　　注
电磁流量计		
变压器		
流程图上仪表元件之间的联络线		
切换装置		
就地安排仪表		分母写仪表功能符号，分子写参数及仪表位号。在国外资料上，分子写参数及仪表功能符号，分子写仪表位号
机组或就地集中仪表		
控制室或操作盘安装仪表		
气动薄膜执行机构		
电磁执行机构		

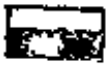
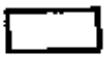
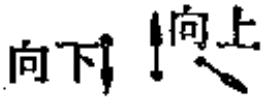
续表

名　　称	图形符号	备　　注
气动活塞执行机构		
液动活塞执行机构		
直通阀		
三通阀		
角阀		
蝶阀		
球阀		
隔膜阀		
电动执行机构		

续表

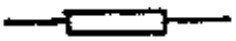
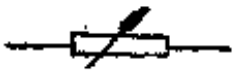
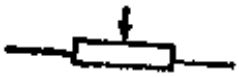
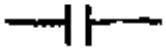
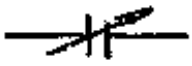
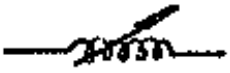
名　　称	图形符号	备　　注
气闭式气动薄膜调节阀		
气开式气动薄膜调节阀		
带手轮的薄膜调节阀		
带阀门定位器的气动薄膜调节阀		
带阀门定位器的气动活塞式调节阀		
a+b运算		
a×b运算		
a/b运算		
就地仪表盘		

续表

名　　称	图形符字	备　　注
供电盘（箱）		
继电器箱		
电缆电线接线盒		
管缆盒		
供气、冲击和气动管线		
电缆、电线		
蒸汽伴热保温管线		
冷凝液管线		
管线、电线电缆走向		
无端子的分线盒		

五、自控常用电器符号

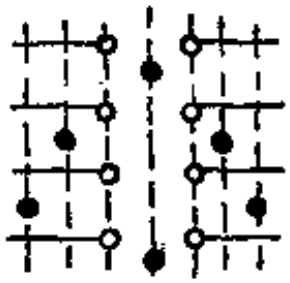
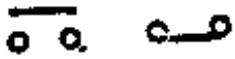
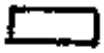
表 15-6

名　　称	文字符号	图形符号
电阻	R	
可变电阻	R	
电位器	W	
电容	C	
可变电容	C	
电感	L	
可变电感	L	
电池（或电池组）	E	
电铃	DL	

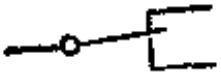
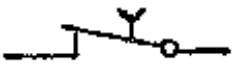
续表

名　　称	文字符号	图形符号
电喇叭	DD	
电钟	DZ	
晶体二极管	D	
晶体PNP三极管	G	
晶体NPN三极管	G	
变压器	B	
半导体整流器	ZL	
普通开关	K	
组合开关	HZ	

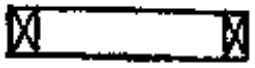
续表

名　称	文字符号	图形符号
万能开关	WH	
行程开关	CK	
微动开关	WK	
普通按钮	AN	
带指示灯的按钮	AN	
光字牌	GP	
插座（二、三、四孔）	CZ	
红色信号灯	HD	
绿色信号灯	LD	
黄色信号灯	VD	
白色信号灯	BD	
蓝色信号灯	AD	

续表

名　　称		文字符号	图形符号
螺旋式熔断器		RD	
管式熔断器		RD	
盒体式熔断器		RD	
继电器线圈	电压继电器		
	电流继电器		
	中间继电器		
继电器触点	常开		
	常闭		
	切换		
	常开延时闭合		
	常开延时断开		

续表

名称		文字符号	图形符号
继电器触点	常闭延时闭合		
	常闭延时断开		
非继电器触点	常开		
	常闭		
接线端子排		JX	
一般型接线端子			
带可调电阻的接线端子			
嵌装熔断器的接线端子			
带开关的接线端子			

续表

名　　称	文字符号	图形符号
连接型接线端子	JX	
连接试点型接线端子		
试验型接线端子		
终端型接线端子		

第二节 检 测 仪 表

一、通 用 仪 表

(一) 温度测量仪表

1. 温度测量原理

温度是表征物体冷热程度的物理量。温度不能直接加以测量，只能借助于冷热不同的物体之间的热交换以及物体的某些物理性质随冷热程度不同而变化的特性来间接测量。

任意两个冷热程度不同的物体相接触，必然发生热交换现象，热量将由受热程度高的物体传向受热程度低的物体，直到两物体的冷热程度完全一致，即达到热平衡状态为止。利用这一原理，我们可以选择某一物体与被测物体相接触来测量它的温度，当两者达到热平衡状态时，其温度相等，于是，再通过测量被选择物体的其他物理量（如液体的体积，导体的电阻等），便可以定量地给出被测物体的温度数值。

目前，选择物理性质来测量温度有下列几种方法：

① 热膨胀

A、固体的膨胀

B、液体的膨胀

C、气体的膨胀（定压或定容积）

② 电阻变化

导体或半导体受热后电阻值变化的性质。

③ 热电效应

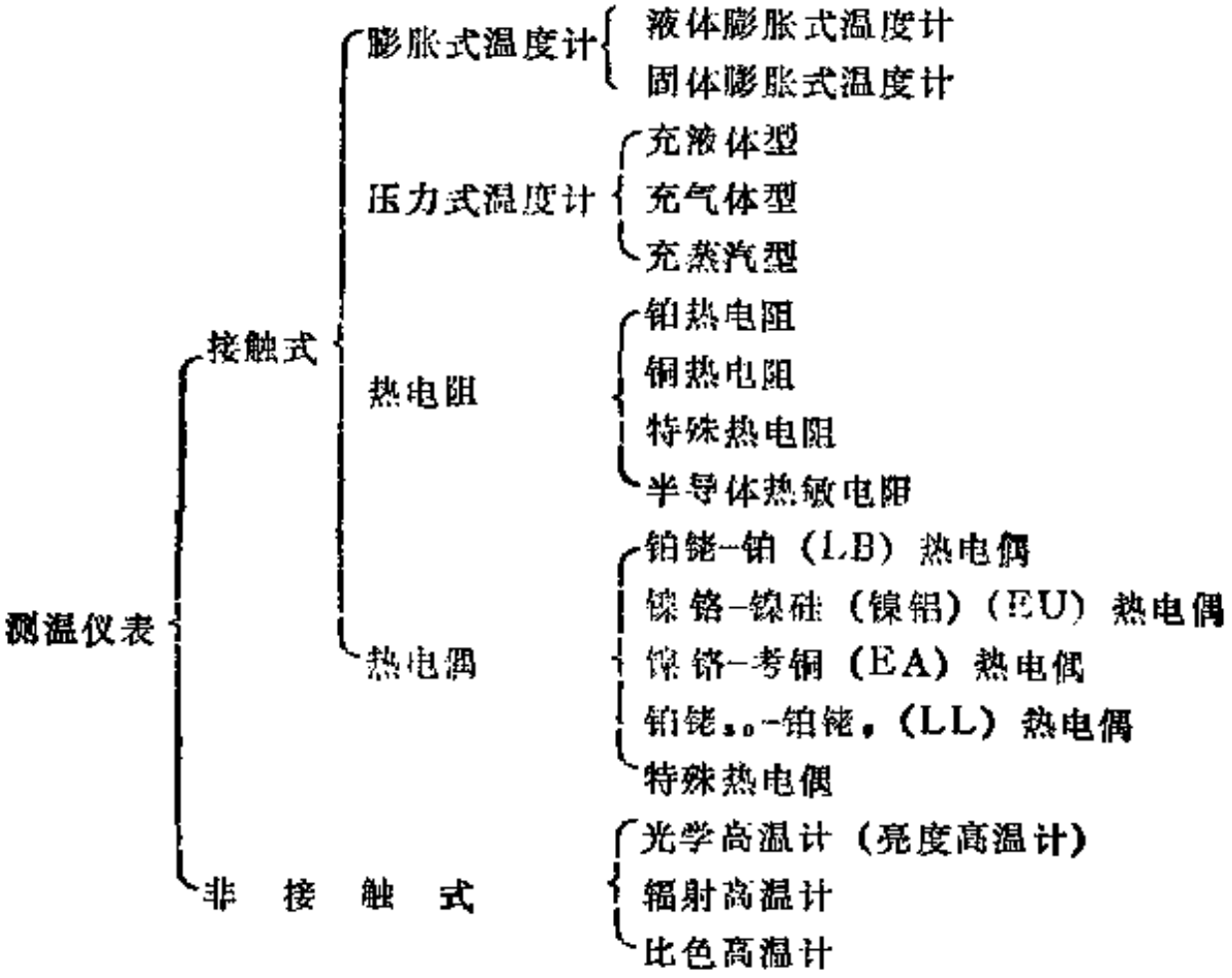
两种不同性质的导体相接触，当其两接点温度不同时，回路内就产生热电势。

④ 热辐射

物体的热辐射能随温度的变化而变化。利用这一物理性质已制成了各种测温仪表。

2. 测温仪表的分类

通常可把测温仪表分为接触式与非接触式两大类，前者感温元件与被测介质直接接触，后者感温元件不与被测介质相接触。



① 各种工业温度计的使用范围　各种工业温度计的使用范围大致如图15-1所示，由于使用情况的不同，图中的数值与实际有一定的出入。

② 各种温度计的优缺点如表15-6所示。

3. 温度计的选用原则

在选用温度计时，必须考虑以下几点：

① 被测物体的温度是否需要指示、记录和自动控制。

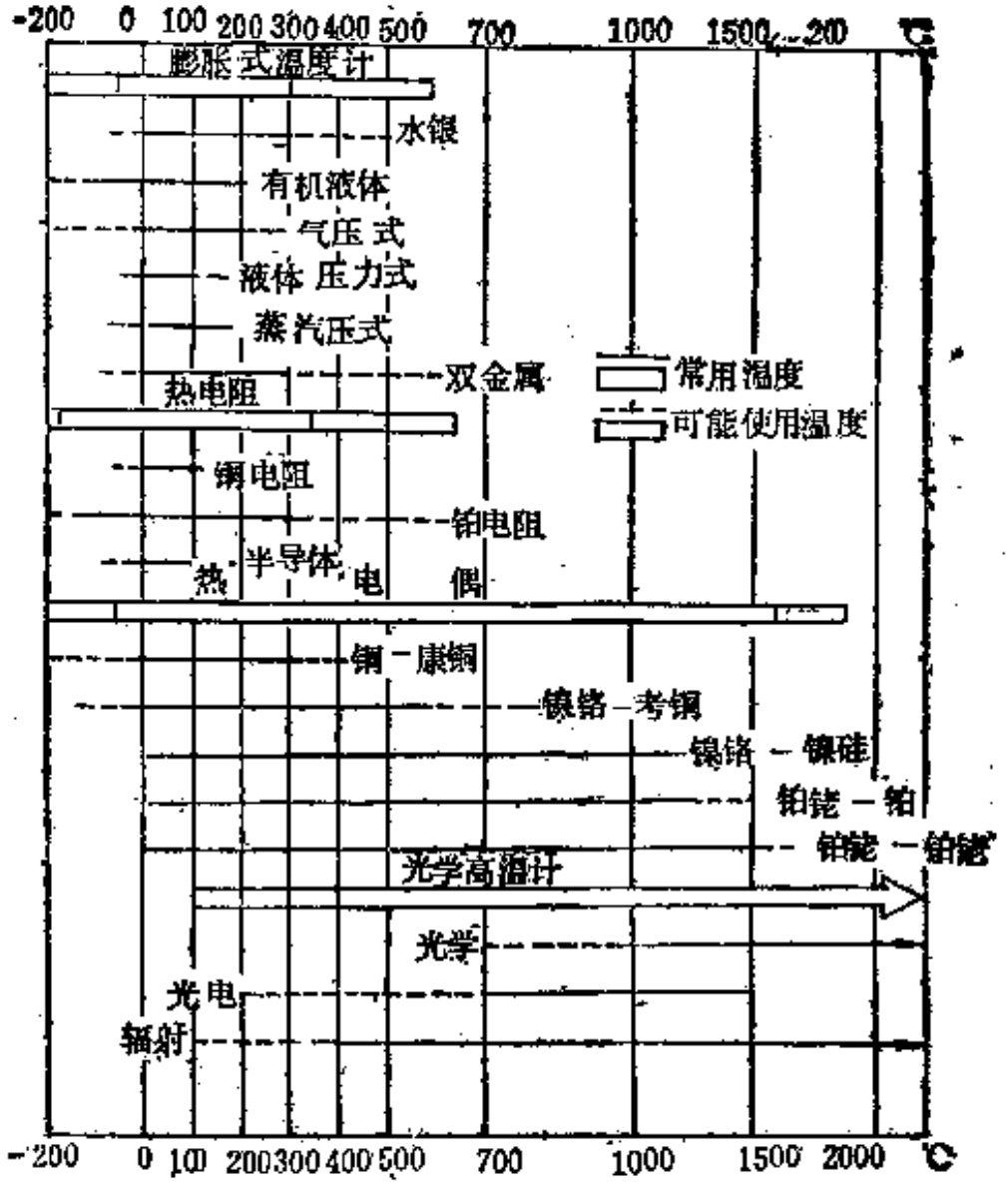


图 15-1　各种工业温度计的使用范围

② 能便于读数和记录。

③ 测温范围的大小和精度要求。

④ 感温元件的大小适当与否。

⑤ 在被测物体温度随时间变化的场合，感温元件的滞后能否适应测温要求。

⑥ 被测物体和环境条件对感温元件是否有损害。

⑦ 仪表使用是否方便。

⑧ 仪表寿命。

⑧ 仪表价格。

表 15-6　　各种温度计的优缺点

型式	温度计种类	优　　点	缺　　点
接触式仪表	玻璃液体温度计	结构简单，使用方便，测量准确，价格低	测量上限和精度受玻璃质量的限制，易碎，不能记录与远传
	压力表式温度计	结构简单，不怕震动，具有防爆性，价格低廉	精度低，测温距离较远时，仪表的滞后性较大
	双金属温度计	结构简单，机械强度大，安装方便	粘度低，量程和使用范围均有限
	热电阻	测温精度高，便于远距离，多点，集中测量和自动控制	不能测量高温，由于体积大，测点温度较困难
	热电偶	测温范围广，精度高，便于远距离多点集中测量和自动控制	需冷端补偿，在低温段测量精度较低
非接触式仪表	辐射式高温计	感温元件不破坏被测物体温度场，测量范围广	只能测高温，低温段测量不准，环境条件会影响测量准确度。对测量值修正后才能获得真实温度

4. 温度测量仪表的名称、型号规格和使用情况（表15-7）

表 15-7

名　称	型　号	功能	刻度（℃）
工业用内标式玻璃水银温度计	WNG—11 直形 WNG—12 90°角形 WNG—13 135°角形	指示	−30～150，0～50， 100，150，200，250，300 350，400，450，500
工业用内标式有机液体玻璃温度计	WNY—11 直形 WNY—12 90°角形 WNY—13 135°角形	指示	−100～+20，−80～150 −50～+50 0～50，100
可调内标式电接点水银温度计	WXG—11t 直形 WXG—12t 90°角形 WXG—13t 135°角形	指示并发讯	−30～+70，0～50， 100，200，300
工业双金属温度计	WSS—30 φ60轴向 WSS—41 φ100径向 WSS—52 φ150钝角	指示	−80～+40， −40～+80， 0～100，150，200 300，400，500， 600　+100～+500 +200～+600
压力式温度计	WTZ—280 WTZ—288	指示发讯	−20～+60，0～50， 100，+20～+120， +60～+160，+100～+2000
压力式温度计	WTQ—280 WTQ—288	指示发讯	−80～+40，−60～+40 0～200，250，300，400

技 术 数 据	使用场合	生产厂
精度≤1分度。附金属保护套，材料有碳钢、黄铜、不锈钢。安装螺纹M27×2G$\frac{1}{2}$″、G$\frac{3}{4}$″、尾部长度，11型，60，80，100，120，160，200，250，320，400，500，630，800，1000，1250，1600，2000mm。12、13型：110，130，150，170，210，250，300，370，450，550，680，850，1050，1300mm	结构简单、安装使用维护方便，精度高，用于就地测量	北京玻璃研究所等
尾部长度，11t，同上，11型至500mm止 12t、13t型同上，12、13型至450mm止。 接点容量，～220V32mA，其他同上	同上 作发讯用	
精度：1.0、1.5、2.5级。保护套材料：碳钢、黄铜、不锈钢。尾部长度：75，100，150，200，250，300，400，500，750，1000，mm。安装螺纹，保护套直径Φ4、Φ6mm的M16×1.5；Φ8、Φ10、Φ12mm的M27×2	结构较简单，安装使用维护方便，耐冲击，耐震动，用于就地测量	常州热工仪表厂等
精度：1.5、2.5级。表面直径：Φ100，Φ125，Φ150mm。毛细管长度：1～20m。温包插入深度170～260mm。安装螺纹：M27×2	结构简单，安装、使用、维护方便能远距离测量	杭州温度表厂等
精度：2.5级。表面尺寸：Φ150mm，毛细管长度，1～20m。温包插入深度320～420mm。安装螺纹，M33×2	同上	杭州温度表厂等

续表

名　称	型　号	功能	刻度（℃）
铜热电阻	WZG —210 310 (WZC) 410 001	发讯	分度号：G −50～+100
铂热电阻	WZB —210 (WZP) 310		分度号：BA，BA_2 −200～+500
铂铑-铂铑热电偶	WRLL—110 (WRR)		分度号：LL—2 ≤1600
铂铑-铂热电偶	WRLB—110 (WRP) 111		分度号：LB—3 ≤1300
镍铬-镍硅热电偶	WREU—110 111 (WRN) 210 310		分度号：EU—2 ≤800
镍铬-考铜热电偶	WREA—110 111 (WRK) 210 310		分度号：EA—2 ≤600
全辐射高温计	WFT—202	指示	分度 T_1：400～1000， T_2：700～1400， 基本误差：±14～±22℃
光学高温计	WGG_2—201	携带指示	刻度：700～800， 基本误差：±33℃

技 术 数 据	使用场合	生产厂
尾部长度，L/1mm，210型，310型 300/150 350/200，450/300，650/565，900/750，1150/1000，1400/1250，保护套材料：20号钢，不锈钢1Cr18Ni9Ti或Cr25Ti WREU—110，'11，WREA—110，111型，300/150，500/300，750/300，1000/500，1250/550，1500/750，3000/1000，保护套材料，同上，另加瓷保护套，WRLL—110，WRLB—110，111型，尾长L：500,750，1000，1250，1500，2000mm，保护套材料：高纯氧化铝瓷管，高级耐火陶瓷。	测量对钢、不锈钢不起腐蚀作用的各种介质温度	上海自动化仪表三厂等
600～1200℃ 900～1850℃ 1100～3000℃	用于热电偶不能测量的场所，如铜炉炉膛温度	
800～1500，1200～2000℃	结构轻巧，价廉用途同上	

（二）压力测量仪表

1. 测压仪表的分类

压力测量仪表简称压力表或压力计。它根据工艺生产过程的不同要求，可以有指示，记录和带有远传变送、报警，调节装置等。被测压力的显示方式一般多采用指针机械位移，也有采用数字显示形式。

测压仪表依其转换原理的不同，大致可分为四大类：

① 液柱式压力计 将被测压力转换成液柱高度差进行测量。U型管、单管、多管、斜管式压力计均属这类仪表。

② 弹性式压力计 将被测压力转换成弹性元件弹性变形的位移进行测量。膜式微压计、波纹管式、弹簧管式、霍尔片式弹簧管压力计均属这类仪表。

③ 电气式压力计 将被测压力转换成各种电量进行测量。应变片式压力计、热电真空计属此类仪表。

④ 活塞式压力计 将被测压力转换成活塞上所加平衡砝码的重量进行测量。

压力表的精度等级有：0.005、0.02、0.05、0.1、0.2、0.35、0.5、1.0、1.5、2.5、4.0等。一般，0.35级以上的作为工厂、实验室校验用的标准表，生产现场一般采用1.0、1.5、2.5、4.0级的压力表。

2. 压力表的选用

压力表的选用应根据使用要求，针对具体情况作具体的分析。在符合工艺生产过程所提出的技术要求条件下，根据节约原则，合理地选择种类、型号、量程和精度等级等。有时还需要考虑需否带有报警，远传变送等附加装置。

选用的依据主要有：

① 工艺生产过程对压力测量的要求。例如，压力测量精度、被测压力的高低、测量范围，以及对附加装置的要求等。

② 被测介质的性质。例如，被测介质温度高低、粘度大小、腐蚀性、脏污程度、易燃易爆等。

③ 现场环境条件。例如，高温、腐蚀、潮湿、振动等。

除此之外，对弹性式压力表，为了保证弹性元件能在弹性变形的安全范围内可靠地工作，在选择压力表量程时必须考虑到留有足够的余地。一般，在被测压力较稳定的情况下，最大压力值应不超过满量程的$\frac{3}{4}$；在被测压力波动较大情况下，最大压力值应不超过满量程的$\frac{2}{3}$。为保证测量精度，被测压力最小值应不低于全量程的$\frac{1}{3}$为宜。

3. 压力测量仪表的名称、型号规格和使用情况（表15-8）

表 15-8

名称	型　号	功能	测　度
U型管压力计	YYU	指示	0～100，150，200，250，300，400 500，600，800，1000，1200，1400， 1600，2000mmH_2O或mmHg
单管压力计	TG		0～300，500，800，1000，1200，1500 2000mmH_2O或mmHg
多管式压力计	YYD-1-10		压力　0～250，400，630 吸力　－200，－400，－630～0 压力吸力　－50～＋400mmH_2O
斜管式压力计	YYX-130		量程　0～130，压差：40，100，125 ±25，±50mmH_2O
弹簧管压力表，真空表，压力真空表	Y、Z、YE — 40、60、100、150		压力：0～1.0、600kgf/cm²
			真压，－760mmHg～0
			压力真空：－760mmHg～25kgf/cm²①
电接点压力表	YX ZX －150 YZX	指示发讯	向　上
膜片式压力表	YP-100，150 YPF-100，150 YPF-108，158	指示	压力：0～1.0、25kgf/cm² 其他同上

技 术 数 据	使用场合	生产厂
视差 1 mm	结构简单、价廉、安装使用维护方便。用于压力不高脉动不大的气体压力，或真空的测量	常州东风仪表厂等
精度，1.5级 工作压力，6kgf/cm²		重庆长江仪表厂等
精度，1.5级。可测量1、2、3、4、6、8、10点。 工作压力，0.25kgf/cm²		上海兴国仪表厂等
精度，1.0级 工作压力，0.5kgf/cm²		大连第三仪表厂等
精度，1.0、1.5、2.5级。安装螺纹，直径Φ60mm以下的M14×1.5；Φ100mm以上的M20×1.5。分径向无边，径向带边轴向带边三种形式	结构较简单，使用方便。用来测量对铜和铜不起腐蚀作用的液体，蒸汽和气体压力	上海宝川仪表厂等
精度，1.5，2.5级 安装螺纹，M20×1.5	同上。用于发讯号	上海自动化仪表四厂等
同上，另有法兰盘连接形式	同一般压力表 用于粘性介质	

续表

名称	型　号	功能	刻　度
带远程发送的压力表	YTZ-150	指示与发送	压力，0～2.5至600kgf/cm² 真空，－760～0mmHg 压力真空，－760～1.6mmHg至2.5kgf/cm²①
膜盒式压力表	YEJ-101	指示	压力，0～25至4000②
	$YEJ-^{111}_{121}$	调节	吸力，－4000至－25～0 压力吸力，±12～±2000mmH₂O
霍尔压力变送器	YSH-1	发送	同　上
	YSH-2		压力，0～0.6至400，③ 真空，－760mmHg～0， 压力真空，－1～0.6至16kg/cm²

① 压力表的刻度等级有：0.6，1.0，1.6，2.5，4，6，10，16，25，40，60，2.5，4，6，10，16，25kgf/cm²。

② YEJ和YSH-1型仪表刻度等级有正（压力计），负（负压计）25，40，60，±20，±30，±50，±80，±120，±200，±300，±500，±800，±1200，±2000

③ 选取仪表中间刻度时，可在该表给定的范围内，按上系列选取。

④ 压力的法定计量单位为Pa，因目前使用的压力仪表中尚未改动，故仍保留1mmHg＝133.3kPa，1kg/cm²＝98kPa

技 术 数 据	使用场合	生产厂
精度，1.5，2.5级 安装螺纹，M20×1.5	与动圈式仪表XCZ-104，XCT104，114，124等配套，测量非腐蚀性介质的压力负压	上海自动化仪表四厂等
精度，2.5级	测非腐蚀性介质的微压或吸力如空气烟气等	大连第三仪表厂等
电源，—220V 接点容量，—220V，3A		
精度，1.5级 安装螺纹，M12×1 输出，0～20mV（直流）	与动圈式仪表XCE-103，XCT-103、113，123或电位差计配套，测非粘性，非腐蚀性介质的压力，负压	上海自动化仪表四厂等
精度，1.5级 安装螺纹，M12×1.5 输出，0～20mv（直流）		

100，160，250，400，600kgf/cm²。压力真空表压力部分有，0.6，1.0，1.6，

100，160，250，400，600，1000，1600，2500，4000mmH_2O；吸压力计有，±12，mmH_2O

原有压力单位，各种压力单位与法定压力单位换算如下，1mmH_2O=9.8kPa，

（三）流量测量仪表

1. 概述

在制浆造纸生产过程中，为了有效地进行生产操作和控制，经常需要测量生产过程中各种介质（液体、气体和蒸汽等）的流量，以便为生产操作和控制提供依据。所以流量测量也是控制生产过程达到高产优质和安全生产，以及进行经济核算所必需的一个重要参数。

一般所讲的流量大小是指单位时间内流过管道某一断面的流体量的多少，即瞬时流量。常用吨每小时(t/h)、立方米每小时(m^3/h)、公斤每小时(kg/h)、升每小时(L/h)等计量单位表示。而在某一段时间内所流过的流体流量的总和，即各瞬时流量的累计值，称为总流量，其计量单位常用吨(t)、立方米(m^3)表示。

2. 流量仪表的分类

目前工业上所用的流量仪表大致上可以分为三大类：

① 速度式流量仪表　以测量流体在管道内的流速V作为测量依据。在已知管道截面积F的条件下，流体的体积流量$Q=VF$，而重量流量由体积流量乘上流体的重度γ而得到，即重量流量$G=Q\gamma=VF\gamma$，属于这一类的流量仪表有：叶轮式水表、差压式孔板流量计、靶式流量计、转子流量计、涡轮流量计、电磁流量计以及超声波流量计等等。

② 容积式流量仪表　以单位时间内所排出的流体的固定容积V的数目作为测量依据。属于这一类的流量仪表有：盘式流量计、椭圆齿轮流量计等。如果单位时间内的排出次数为n，则体积流量$Q=nV$，而重量流量则是$G=Q\gamma=nV\gamma$。

③ 质量式流量仪表　测量所流过的流体的质量M。目前这一类仪表有：直接式和补偿式两种。它具有被测流量不受流体的温度、压力、密度、粘度等变化的影响，是一种处于发展中的流

量测量仪表。

3. 流量测量仪表的名称、型号规格和使用情况

如表15-9、表15-10和表15-11所示。

名称	型 号	功 能	测量范围
双波纹管差压计	CWC/D—280 CWC/D—278 CWC/D—282 CWC/D—272 CWC/D—410 CWC/D—610 CWC/D—612 CWC/D—274 CWC/D—276	280型指示；278型、附报警装置；272、282型、附积算装置；410、610型圆图记录，分别为钟表机构和电机传动；612型电机传动带积算器；274、276型分别为气远传和电远传	压差，CWC型，63，100，160，250，400mmH_2O或0.63 1.0，1.6，2.5，4.0kg/cm^2 CWD型：630，1000，1600 2500，4000，6300 mmH_2O，流量：1，1.25，1.6，2.0，2.5，3.2，4.0，5.0，6.3，8×10^n（n为任意正负整数） m^3/h，t/h，kg/h，1/h等
膜带式差压计	CPC—25A CPC—64A CPC—100B CPC—160B	A型指示 B型记录	压差，40，63，100，160，250，400，630，1000mmHg 压力，1600，2500，4000，6300 mmH_2O，液位±320，±500 mmH_2O流量刻度同CWC型
膜盒式差压计	CZ—E-61 CZ—D-25 CZ—C-160 CZ—C-320	指示或记录	压差：CZD-25型，100，160 250，400，600；CZC-160，320型，600，1000，1600，2500，4000，6000，10000，16000，25000mmH_2O。液位，±320，±500，1600，2500，4000，6300 mmH_2O流量刻度，同CWC型

注，1mmH_2O=9.8kPa　1mmHg=133.3kPa　1kg/cm^2=98kPa

技术数据	适用场合	生 产 厂
精度，1.0，1.5级。 工作压力，16，60，160，400kg/cm²， 输出，274型0.2～1.0kg/cm²气信号 276型，0～10，0～50mV（直流）。 电机传动差压计，电源，220v	与节流装置配套，用于现场连续指示、记录流量、或直接测量压差、液位等参数	上海自动化仪表八厂等
精度，1.5级。A型配动圈表XCZ或XCT，B型配差动仪，C-280，610，XCP，ECX，等	同上需与显示仪表配套	上海自动化仪表一厂等
精度，1.5级 输出，0～30mV配套仪表同CPC型		大连第三仪表厂等

名称	型号	使用条件	管径（mm）
标准孔板	BB—10 BB—25 BB—64 BB—100	0.05≤m≤0.7 Re=2.3×10⁴ ～30×10⁶	环室，φ38～412 无环室，φ414～1000
标准喷嘴	BZ—10 BZ—25	0.05≤m≤0.65 Re=6×10⁴～20×10⁶	φ50～350
标准文丘里	GZ—25	0.2≤m≤0.5	φ200～800
双重孔板	SB—10 SB—25	Re=3×10³～3×10⁵	φ150～300
圆缺孔板	QB—2.5 QB—6 QB—10 QB—16 QB—25	Re=1×10⁴～36×10⁴	φ100～1000
1/4圆喷嘴		Re=2×10³～1×10⁵	φ25～250
笛形管			

的节流装置

介质，压力温度	使 用 范 围	生 产 厂
$Pg\leqslant 100kgf/cm^2$ $t\leqslant 450℃$	广泛用于液体，气体蒸汽管道。压力损失为压差的50～90%	上海自动化仪表一厂等
$Pg\leqslant 25kgf/cm^2$ $t\leqslant 450℃$	用于要求压力损失小，高连高压流体，压力损失为压差的30～90%	
$Pg\leqslant 25kgf/cm^2$ $t\leqslant 200℃$	精度高，不易被磨损和沉积物堵塞。压力损失为压差的10～20%	
$Pg\leqslant 25kgf/cm^2$ $t\leqslant 200℃$	较小流量或粘性流体	
$Pg\leqslant 25kgf/cm^2$ $t\leqslant 450℃$	含有量浮颗粒的流体	
	较小流量和高粘度液体	
	锅炉送风管道	

表 15-11　　测量流量的仪表

名称型号		涡轮流量变送器LW(LWQ)	椭圆齿轮流量计LC	电磁流量变送器LD	玻璃转子流量计LZB		金属管转子流量计，LZZ-指示，LZQ-气远传，LZD-电远传	
					水	空气	水	空气
单位		m^3/h	m^3/h	m^3/h	l/h	m^3/h（标准情况）	l/h	m^3/h（标准情况）
公称直径(mm)	10	0.2～1.6	0.06～0.5	0.4～4	6～60 10～100 16～160	0.1～1.6 0.16～1.6 0.25～2.5		
	15	0.6～4 0.8～4	0.18～1.8	0.63～6.3	16～160 25～250 40～400	0.25～2.5 0.4～4.0 0.6～6.0	12～60 20～100 32～160 50～250	0.4～2.0 0.6～3.0 1.0～5.0 1.6～8.0
	25	1.6～10 (2～10)	0.6～6.0	2～20	40～400 60～600 1000～1000	1.0～10 1.6～16 2.5～25	80～400 120～600 200～1000 320～1600	2.4～12 3.6～18 6.0～30 9.6～48
	40	3～20 (3.5～18)	1.5～15		160～1600 250～2500	4.0～40 6.0～60	500～2500 800～4000 1200～6000	15～75 24～120 36～180

续表

名称型号		涡轮流量变送器LW (ZMQ)	椭圆齿轮流量计 LC	电磁流量变送器 LD	玻璃转子流量计LZB		金属管转子流量计，LZZ-指示，LZQ-气远传，LZD-电远传	
					水	空气	水	空气
单位		m^3/h	m^3/h	m^3/h	l/h	m^3/h (标准情况)	l/h	m^3/h (标准情况)
公称直径(mm)	50	6～40 (8～60)	3～30	8～80	400～4000 600～6000	10～100 16～160	200～1000 3200～16000	60～300 96～480
	80	16～100	6～60	20～200	100～1000 1600～16000	50～250 80～400	5000～25000	150～750
	100	25～160	12～120	32～320	5000～50000 8000～40000	120～600 200～1000	8000～40000	240～1200
精度		0.5 1.0	0.5	1.0 2.5	1.0	2.5	2.0	
使用条件		－20～＋100℃ Pg64 (静压力)	－10～＋60℃ 0.2～500厘泊 Pg16 (静压力)	0～60℃ Pg16 (静压力)	－30～＋20℃ Dg10～25：4～16kg/cm² Dg40～50：4～10kg/cm² Dg80～100：2.5～4kg/cm²		－10～＋60℃ Dg15～50：64kg/cm² Dg80～100：16kgcm²	
其他		注①	注②	注③	注④		注⑤	

注：①LW型涡轮流量变送器用于测液体流量，LWQ型用于测量气体流量，涡轮流量计，配FD-1型前置放大器，可与下列显示仪表配套：用于显示瞬时流量和积算总流量时配XSJ-461（天津东方红仪表厂）、LS-10（上海九厂）、XJS-461（开封仪表

厂)、LS-2（湛江仪表厂）型流量积算器。

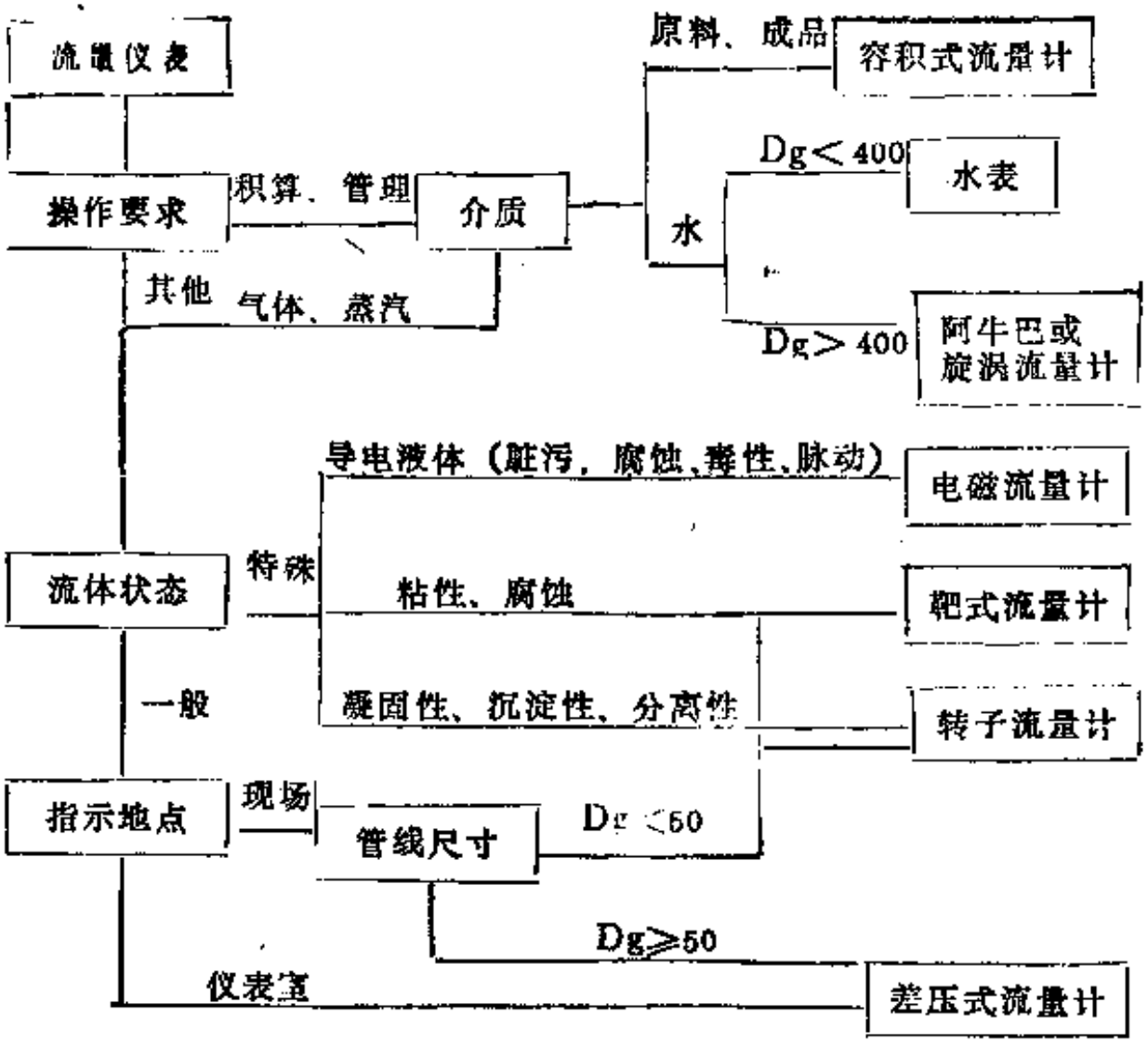
⑫ 椭圆齿轮流量计用于测量液体的瞬时流量和累积流量。若用于电远传指示瞬时流量时，选用SLZ型电远传瞬时流量指示仪；若用于积算选用LCY型电远传电磁积算器；若用于定量控制配LCD-Y型电远传定量仪表。

⑬ 电磁流量变送器用于测量导电率大于$10^{-4}\Omega/cm$的流体流量。变送器与LDZJ-1型电磁流量计转换器配套，输出0～10mA（直流）与电动单元组合仪表配套。

⑭ 玻璃转子流量计用于就地测量液体、气体、蒸汽的流量，直接指示式，浮子材料有铝、不锈钢。

⑮ 金属管转子流量计用途同玻璃转子流量计，LZZ型就地指示；LZQ型为气远传式，仪表输出0.2～1kg/cm²气信号，与气动单元组合仪表配套；LED型为电远传式，仪表输出0～10、0～50mV（直流电信号）与动圈表及电子电位差计配套；LZD/1型输出0～10mA（直流）与电动单元组合仪表配套。

⑯ $1kg/cm^2=98kPa$



（四）物位测量仪表

物位测量仪表种类很多，一般常用的有直读式玻璃液位计、浮力式液位计、电接触式液位计、电容式液（料）位计、差压（压力）式液位计，此外还有称重式液(料)位计、辐射式液(料)位计、超声波式液位计等。

目前国内几种常用的物位仪表的性能及应用场合 如 表15-12所示。

表 15-12

名　称	型　号	功　能	测　量　范　围		
玻璃管液位计	UG-1	指示	0～1400mm		
	UBZ-4	指示	0～1160mm		
翻板液位计	UF-1	指示，可附报警装置	0～600，800，1000，1200，1400 1600，1800，2000，2200，2400mm		
浮标式液位计	FQ-Ⅰ		50～0～100mm　　±5mm		
	FQ-Ⅱ		0.5～10m　　±20mm		
	FQ-Ⅲ		50～0～50mm　　±5mm		
液位继电器JYF 气动液位信号器 XYQ	JYF	JYF电信号报警， XYQ气信号输出	动作界限	整定方式	安装位置
	-01		8mm	不可调	水平
	XYQ-02		25～550mm	有级可调	水平
	XYQ-03		3～1000mm	无级可调	垂直
水位控制器	SK-C	低位报警	水位最大控制范围，±25mm 低水位报警范围，80mm		
水位报警器	SJ-C	高位报警	最大报警范围，150mm。高水位报警±70，低水位—60，极限低水位，—80mm		
电极式锅炉液位控制器	UDK-3	报警	控制范围，任选		
电极插入式液位控制器	UDK-1	发讯	控制范围，任选 配用电极长度，按设计要求		
电极式液位控制器	UDK-2				

技术数据		适用场合	生产厂
<80℃，<16kgf/cm²		密封容器中的液位	上海自动化仪表五厂等
≤100℃，≤5kgf/cm²		容器内酸性溶液液位	开封仪表厂
工作压力：10、64kgf/cm² 介质温度：<200℃，液体相对密度>0.8 接管法兰：GB1057，Pg64，Dg20		开口或受压容器对不锈钢不腐蚀的介质	同上
接点容量：≤220V，3A		密封受压容器	大连仪表五厂
		开口容器	
工作压力：≤10kgf/cm² 介质温度：<150℃ 接点容量：~220V，15A；110V，2.5A； 24V~240V，2.5~0.5A		开口或密闭容器液位	上海自动化仪表五厂等
工作压力：10、25kgf/cm² 误差：<5mm		工业锅炉给水自动控制	天津市调节器厂
报警误差：<5mm		工业锅炉高低水位报警	
控制误差：±1mm 液体电导率0~80kΩ·cm 介质温度，<250℃		中低压工业锅炉水位自动控制	辽宁白塔仪表厂
液体电导率，0~500Ω·cm 介质温温度：<200℃	电源，~220V 误差，±10mm	控制导电液体的液位，可进行位式控制，如各种贮箱	
液体电导率，0~45kΩ·cm 工作压力，2450kPa， (25kgf/cm²)			

续表

名　称	型　号	功　能	测　量　范　围	
电极液面控制器		发讯	电极长度/m	控制位限
	UJ-1		0.25～2	双　限
	UJ-2		0.25～2	单　限
	UJ-3		0.25～2	双　限
	UJ-4		0.25～2	单　限
电容式连续指示料位计	JXRL-A	指　示	0～500，1000，2000，4000nF	
吹气装置	FCQ-1		1个流量控制杯	
	FCQ-2		2个流量控制杯	
	FCQ-3		3个流量控制杯	
单平法兰差压变送器	QBF_1-22	与DDZ仪表配套指示，记录，调节	100，160，250，400，600mmH_2O	
	QBF_1-24			
同上	QBF_1-32		600，1000，1600，2000，2500，4000，6000，10000mmH_2O	
	QBF_1-34			
单插入式法兰差压变送器	QBF_1-32			
	QBF_1-34			
单平法兰式差压变送器	QBF_1-42			
	QBF_1-44			
单插入式法兰差压变送器	QBF_2-42			
	QBF_2-44			

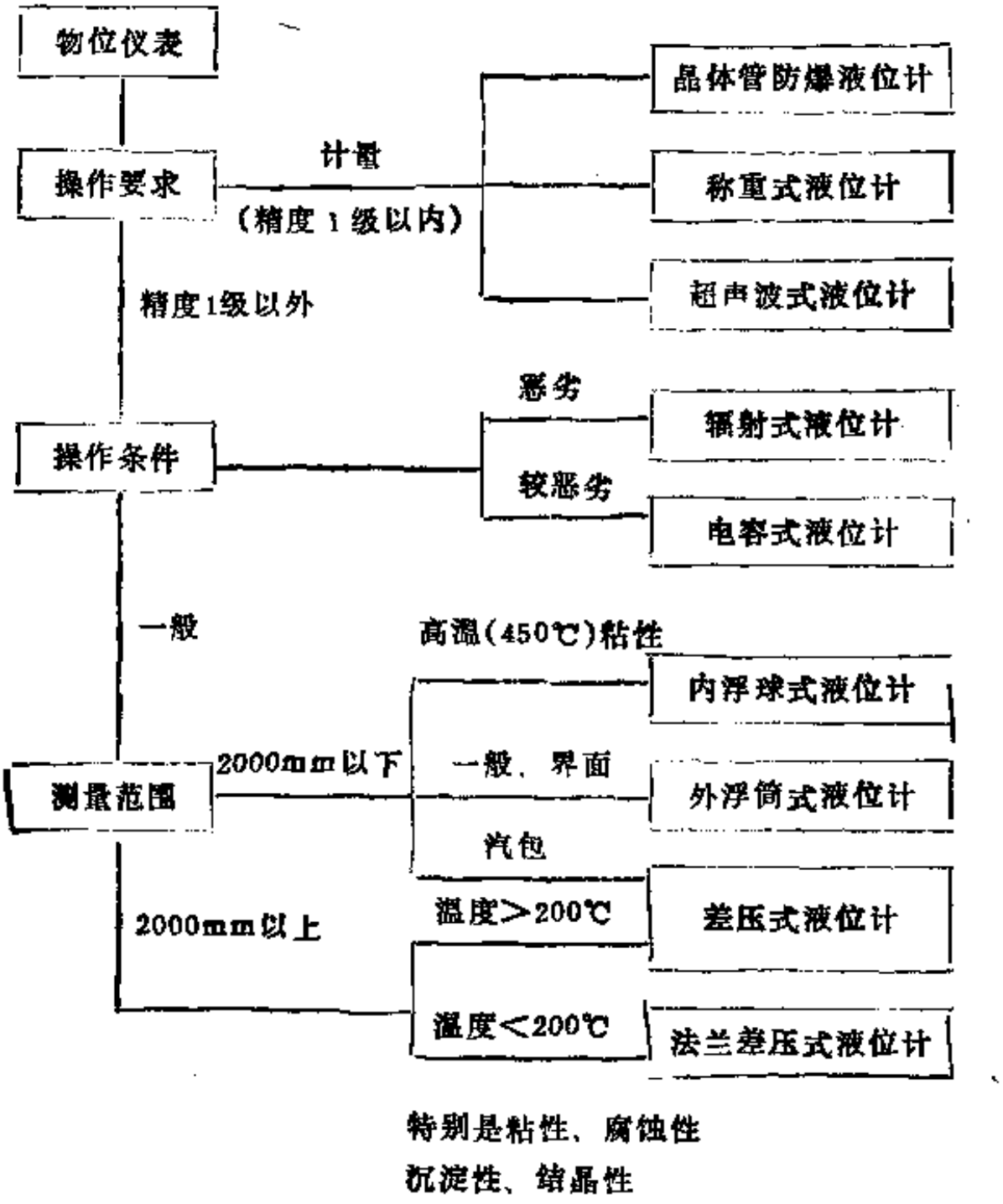
技术数据		适用场合	生产厂
工作压力	精度±5mm 电源<24V	控制容器内导电液体的液位，通过继电器进行位式报警	上海光华仪表厂等
常压			
常压			
4kgf/cm²			
4kgf/cm²			
误差：≤4% 工作温度：−20～+60℃		用于测量非导电和弱导电性物料高度	
流量调节范围，0～20l/h 输入压力，1kgf/cm² 供气压力，2～10kgf/cm²		吹气法测量液位用的附加装置用于腐蚀性，结晶粘稠，全悬浮物介质	上海兴国仪表厂
工作压力和单向最大压力，25kgf/cm²，1%		粘性流体液位测量	上海自动化仪表一厂等
	64kgf/cm²，2%		
	25kgf/cm²，1%		
	64kgf/cm²，2%		
	25kgf/cm²，1%	结晶性，沉淀性流体液位测量	
	64kgf/cm²，2%		
	25kgf/cm²	粘性流体液位测量	
	64kgf/cm²		
	25kgf/cm²	结晶性，沉淀性流体液位测量	
	64kgf/cm²		

续表

名　称	型　号	功　能	测　量　范　围
双平法兰差压变送器	QBF_2-22	与DDZ配套	100，160，250，400，600 mmH_2O
	QBF_2-24		
一边平法兰、一边插入式法兰差压变送器	QBF_4-22		
	QBF_4-24		
双平法兰差压变送器	QBF_2-34	与DDZ配套	1000，1600，2500，4000，6000，10,000mmH_2O
一边平法兰，一边插入式法兰差压变送器	QBF_4-34		
双插入式法兰差压变送器	QBF^5-34		
双平法兰差压变送器	QBF_2-31	与DDZ配套	1600，2000，2500，4000，6000mmH_2O
一边平法兰，一边插入式法兰差压变送器	QBF_4-31		
双插入式法兰差变送器	QBF_5-31		

技 术 数 据	适用场合	生 产 厂
工作压力和单向最大压力：25kgf/cm²，1%	一般粘性流体液位测量	
64kgf/cm²，2%		
25kgf/cm²，1%	结晶性、沉淀性流体液位测量	
64kgf/cm²，2%		
工作压力和单向最大压力：64kgf/cm²，2%	粘性流体液位测量	
	结晶性、沉淀性流体液位测量	
工作压力和单向最大压力：5kgf/cm²，1%	粘性流体液位测量	
	结晶性、沉淀性流体液位测量	

物位仪表选型原则：



（五）成分分析仪表

成分分析仪表按工作原理可以分为：电导式分析器、热导式分析器、热磁式分析器、光电比色式分析器等。此外还有红外线分析器、工业色谱仪、质谱仪、粘度计、湿度计、露点仪、密度

计等。

在选用成份分析仪表时必须注意以下几点：

（1）必须熟悉使用现场的特点：

① 现场的环境条件：是否有腐蚀性气体和振动等，以便选型和正确决定取样点。

② 介质的特点：被测介质温度、压力、介质的腐蚀程度、介质成分和杂质的多少等，这是确定选取分析仪器的型式和附属部件的依据。

③ 了解被测介质成份含量的大致范围，以确定选用分析器的测量范围。

④ 根据分析的目的要求，确定选用分析器的精度等级。

（2）必须从我国分析仪表生产的现状出发，选取切实可用的仪表。

（3）注意到使用单位的使用和维护能力及经济上的合理性。

国产成份分析仪表的性能和适用场合如表15-13所示。

表 15-13

名　称	型　号	功　能	测　度
盐量计	DD-4A	指示	0～0.4mg/l (NaCl)
	DD-02		0～4mg/l (NaCl)
工业酸度计发送器	PHGF-1	与电位差计及气、电动单元组合仪表配套指示，记录或调节	量程，0～7pH 7～14pH
工业酸度计转换器	PHG-21A		量程，0～7pH 7～14pH
工业酸度发送器	PHGF-12	与电位差计及气、电动单元组合仪表配套指示、记录或调节	单量程， 2～10pH 双量程， 0～7pH 7～14pH
	PHGF-13		
	PHGF-22		
	PHGF-23		
工业酸度计	PHG-21B	与电位差计及气、电动单元组合仪表配套、指示、记录或调节	单量程， 2～10pH 双量程， 0～7pH 7～14pH

技 术 数 据	适用场合	生 产 厂
精度：±5%，电源220V， 水样温度30±10℃，蒸汽压力2kgf/cm²	连续自动分析锅炉蒸汽中的含盐量及其他水质	南京分析仪器厂 四川分析仪器厂
压力：常压	自动分析水溶液中的酸碱度	天津永红仪器厂
精度：0.2pH/3pH		
工作压力，常压 插入深度，1m、1.5m、2m 程式，沉入	与酸度转换器配套测量工业流程中水溶液的pH值及中和反应	上海第二分析仪器厂
工作压力，常压 插入深度：1m、1.5m、2m		
工作压力，≤10kgf/cm² 管径：φ25 程式，流通		
工作压力：常压；管径，Φ25，程式，流通		
精度：±0.02pH/24h，输出讯号， 0～10mV，0～10mA	与发送器配套，连续测量工业流程中水溶液的pH值	

续表

名　称	型　号	功　能	刻　度
CO_2分析器	RD-02	与电位差计配套指示记录或发讯	0～20%
	RD-002		0～20%，0～40%
热磁式氧分析器	QZS-610i	指示、记录及报警	0～2.5% 0～5% 0～10% 0～21%
氧化锆氧量计		指示，记录	0.1～10%（对数刻度）
曲度计	ZBD		0～110度

技 术 数 据	适用场合	生 产 厂
精度，2.5级，取样点温度>200℃，压力：0～150mmH_2O 变送器输出，0～10mV，水箱用水量80～90l/h，水温≤35℃	自动分析锅炉烟道废气	四川分析仪器厂
	自动分析水泥窑CO_2含量	南京分析仪器厂
精度：5级 2.5级 2.5级 2.5级	连续自动分析指示和记录混合气体中氧含量，并能自动报警	北京分析仪器厂
仪表输出值，0-10mA，0-20mA，4-20mA， 精度：实际读数值的±5%（对数刻度） 特点：无取样系统，反应快、精度高，维护工作量少，安装方便	用于测量+20～+600℃的烟气中氧含量	英国kent公司
测量孔：Φ32mm，光束对试样的入射角45°，接收角"0"，有效波长456nm 精度：0.2	测量纸张、纸板、布、的确良、化学纤维、涂料等的白度	温州天平仪器厂

二、制浆造纸工业特殊检测仪表

（一）纸浆中浓测量仪表

表 15-14所示为国内外常用的纸浆中浓测量仪表。

1 谢鲁式浓度变送器

图15-2为根据测量纸浆运动阻力原理的浓度变送器。在谢鲁

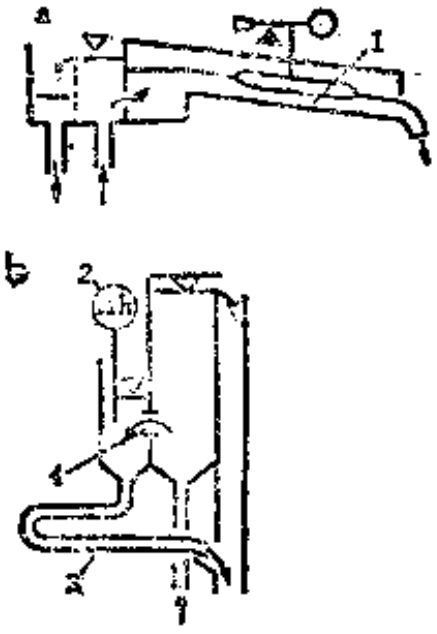


图 15-2 以测量纸浆运动阻力为原理的浓度变送器

a—谢鲁式 b—春拜式

1—浮子 2—测压计 3—摩擦管 4—调整孔

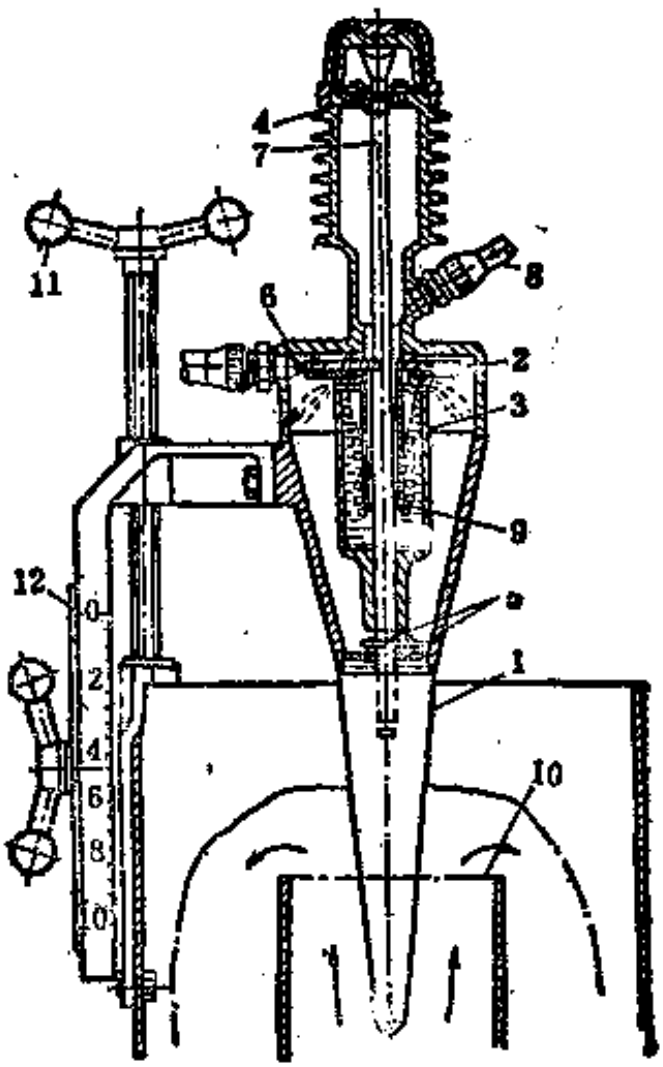


图 15-3 K—22K型浓度变送器

式（图15-2、a）变送器中，斜槽中的液位由纸浆在斜槽中的运动情况来决定。当斜槽的倾斜度一定时，斜槽中液位也就取决于纸浆的浓度。为了测出斜槽中液位，在谢鲁式变送器中采用了带机械传送的浮子。测量范围随斜槽的倾角和流经斜槽的纸浆流量而变化。若所测浓度越高，则斜槽的倾斜角度就应当越大。这种变送器有两种变型产品，测量范围为0.5～1.5%和1.5～3.5%，其斜槽及浮子的长度不同。谢鲁式浓度调节器在整定和维护好的情况下，能保持浓度在±0.2%以上的范围。

2. 春拜式浓度变送器

在春拜式变送器（图15-2、b）中，漏斗是测量元件，纸浆从恒定溢流装置的旁通孔中流入到漏斗内。纸浆从漏斗中经过摩擦管流出，流出的纸浆悬浮液中的纤维浓度就由该摩擦管中的压力损失和在漏斗内被调整的纸浆液位来决定。在早期的春拜式调节器中，漏斗与调节机关是机械联系的，而后来较新型的春拜式浓度调节器，则用吹气法测量漏斗中纸浆的液位，并由此测出纸浆的浓度。这样就可以利用标准的二次仪表和调节器，并利用可更换的吹气管就有可能得到对每种纸浆的最优调整值。

3. 开口容器的转子式变送器

转子式变送器根据测量纸浆表面摩擦力的原理。纸浆和与其接触表面之间的速度差是与浸在纸浆中转子型式有关。这些转子有：苏联ДКП—63和ДКБМ—62变送器中的有肋骨突出的圆锥体，卡里公司K-22K型变送器的光滑圆锥体，阿尔卡变送器的球体，地—秋里卡和艾卡利伊变送器的浆叶，纳里斯公司纳里冈变送器的平面圆板等等。

K—22K型浓度变送器（图15-3）是供测量1.5～5%的纸浆浓度之用。敏感元件——光滑的圆锥形转子1用硬橡胶或者有机玻璃制成，顶部直径56mm，它由水轮2转动。由恒压头来的（约3l/min）清净水，经喷嘴6作用在水轮叶片上。恒压头为58.8 kPa（6 mH_2O），它是用专用的减压装置或者恒定液位的水箱

表 15-14　　国内外常用纸浆

序号	名　　称	测量原理	图号	测量范围
1	谢鲁式浓度变送器	测量纸浆运动阻力	图15-2、a	0.5～1.5% + 1.5～3.5%
2	奢拜式（摩擦管式）浓度变送器	测量纸浆运动阻力	图15-2、b	2～3.5%
3	开口容器的转子式变送器	测量纸浆对转子表测的摩擦力	测15-3	1.5～5%
4	管道全通式转子变送器	同上	图15-4、a	1.5～6%
			图15-4、b	
			图15-5、a、b	

中浓测量仪表

产品型号和性能	国别	生产厂（公司）	备　注
保持在0.2%以上的浓度范围	中国	上海造纸机械厂	1940～1950年
	苏联	勃拉米尔	应用较广
使用条件，＞2%浓度，流速在0.3m/s以上，精度±0.1%	芬兰	瓦尔米特	50年代中期应用较广
	中国	武汉自动化仪表公司	1977年开始使用
K-22K型	芬兰	卡里公司	1963年开始使用
阿尔卡球体型		卡里公司	
纳里冈平面圆板型		纳里斯公司	
地-秋里卡和艾卡利伊桨叶	美国	地-秋里卡公司	
ДКП-63型，ДКБМ-62型	苏联		
使用条件：圆周速度在0.15～0.5 m/s、浓度在1～2%以上，指示使复复性为±0.02%			
圆盘上装有半圆形的肋骨	美国	地-秋里卡	1963年开始
福尔-福莱型（光滑圆盘）变送器精度0.5%	芬兰	赛拜公司	
K31型		卡里公司	1967年开始

续表

序号	名　　称	测量原理	图号	测量范围
5	流线型变送器	测量纸浆纤维对物体的剪力和表面摩擦力	图15-7、a	2～6%
			图15-7、b	
			图15-7、c	1.5～5%
			图15-7、d	3～8%
1			图15-8	
				2～8%
				2～6%

产品型号和性能	国别	生产厂（公司）	备　注
使用条件，装在Φ300～750mm管道中，<80℃，压力8～16kgf/cm²			
pulp-Air（"探针"型）	芬兰	瓦尔米特	1960年开始使用
16C2381A型（"箭钉"型）	美国	费歇尔-波特	1960年开始使用
16C3381型（电动）（"探针"型）	美国	费歇尔-波特	1963年开始使用
pulp-Air（"刀片"型）	芬兰	瓦尔米特	
刀片19C型	美国	福克斯勃罗	1967年开始使用
pulp-Air（"弯铁"型）	芬兰	瓦尔米特	
pulp-Air-LL-m68	芬兰	瓦尔米特	
QBN-100型精度±1%灵敏度，0.2%流速范围0.2～1m/s，静压，kg/cm²	中国	广东仪表厂	1976年开始试用
DNT型，调节精度，<0.1%浓度，温度：0～50℃再现性，<±0.1%浓度，稳定性：≤±0.1%浓度，流速，0.2～1m/s	中国	武汉自动化仪表厂	

来保证的，这样就可以使水轮产生恒定的转矩。

流过水轮的水，流入到固定筒 3 内，水轮和轴承 4 和 5 的轴一起转动。由于水杯的转动，水杯内水的表面形成了抛物线形状的漏斗。漏斗的曲面，即相应于顶端的位置，就取决于转速。水轮、水杯和圆锥形转子都固定在轴 7 上。轴 7 的转速就只是取决于由于圆锥形转子对纸浆的摩擦力所产生的制动力矩之值，也就是取决于纸浆浓度。因此水杯内抛物线顶端的位置就是该浓度的量纲。若浓度越高，则制动力矩越大，与圆锥形转子和水杯相连的轴的转速越慢，漏斗的曲面越小，即曲面的尖端就越高。漏斗的深度，用通过浸入到水杯内的管 9 吹入空气而产生气泡的吹气方法来测量。

该浓度变送器的气动输出信号等于 0 ～613kPa（0 ～62.5 mmH_2O），它可变换成标准的气动信号或电信号，这样就可以传送到任何的二次仪表或调节器中。

4. 管道全通式转子变送器

图15-4 a、b 为地-秋里卡和春拜公司五十年代生产的管道全

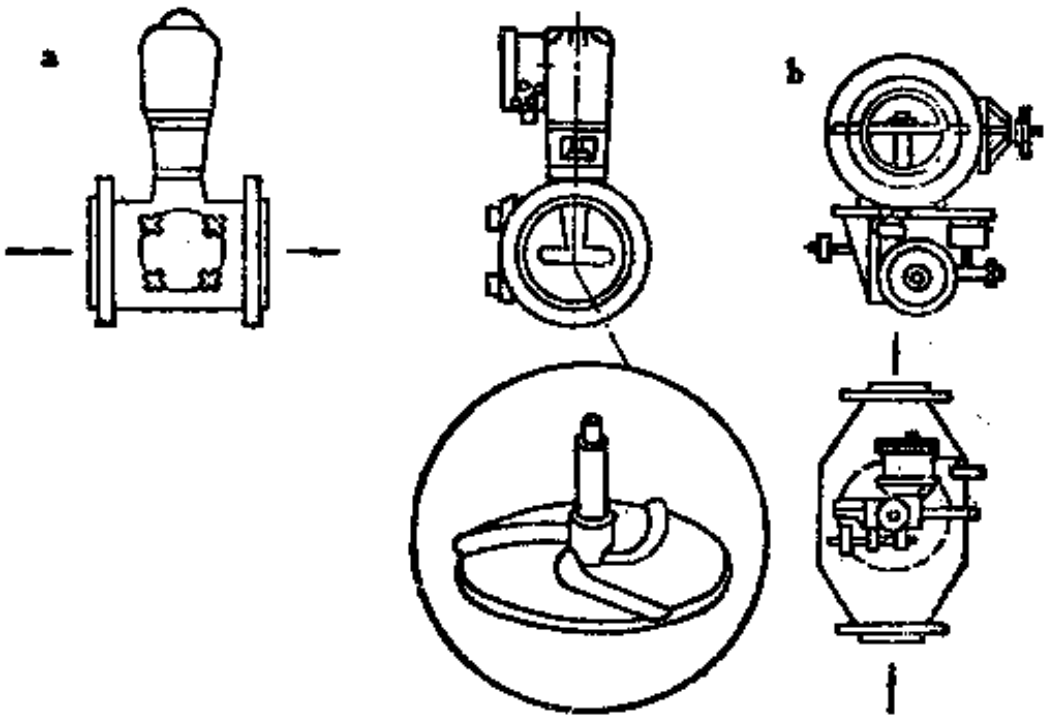


图 15-4 管道全通式转子浓度变送器的结构

a—地-秋里卡公司的产品 b—春拜公司的产品

道式转子变送器。按其动作原理来说与开口容器的转子变送器相似，即它是测量纸浆悬浮液对转子表面的摩擦力并取决于纸浆的速度。

地-秋里卡老式变送器有三个叶片。为了减少纸浆运动速度变化的影响，它装在主管道经过专门扩大的管段中。1963年该公司生产的新型变送器（图15-4 a）具有圆盘形转子，圆盘上装有半圆形的肋骨（香肠形），因面在转动时使纸浆的运动平滑。

春拜公司福尔-福莱型变送器（图15-4、b），也保持了相似的指标，其敏感元件（光滑圆盘）在扩大管中转动，而制动力矩根据力补偿方法通过气动变送器来测量。当纸浆种类、打浆度和温度以及它沿管道的运动速度不变时，这种变送器的测量精度为浓度的±0.05%。

欧洲控制公司（Eur-control）生产了MEK41型和MPK41型纸浆浓度变送器。图15-5 a b为MEK41型纸浆浓度变送器的动作原理简图。变送器利用敏感元件3根据剪力原理来动作的。桨叶 7 与该敏感元件以同样速度在测量室 5 中旋转。轴的组件由电动机 1 通过齿轮箱 2 转动。驱动轴10和测量轴 9 用弹性连接件相互连接。当敏感元件转动时，则由于剪力受阻而在测量轴 9 上产生扭矩，该扭矩由电气变送器根据力平衡原理而测得。若纸浆浓度增加，两板片(17和18)相互距离增大；而同时两个齿轮（13和14）也相对转动，其转角差就被测出（19）并传送到放大器 6 中，最后输出为 0～20mA或 4～20mA。

该仪表的主要技术数据为：

工作范围：0.8～8%纸浆浓度；

测量范围：推荐最低为1%；最高为3%；

最高工作压力：980kPa (10kg/cm²)；

最高介质温度：100℃，特殊设计为150℃。

最高环境温度：40℃

电动机：3 相鼠笼式，0.75kW，1400r/min·

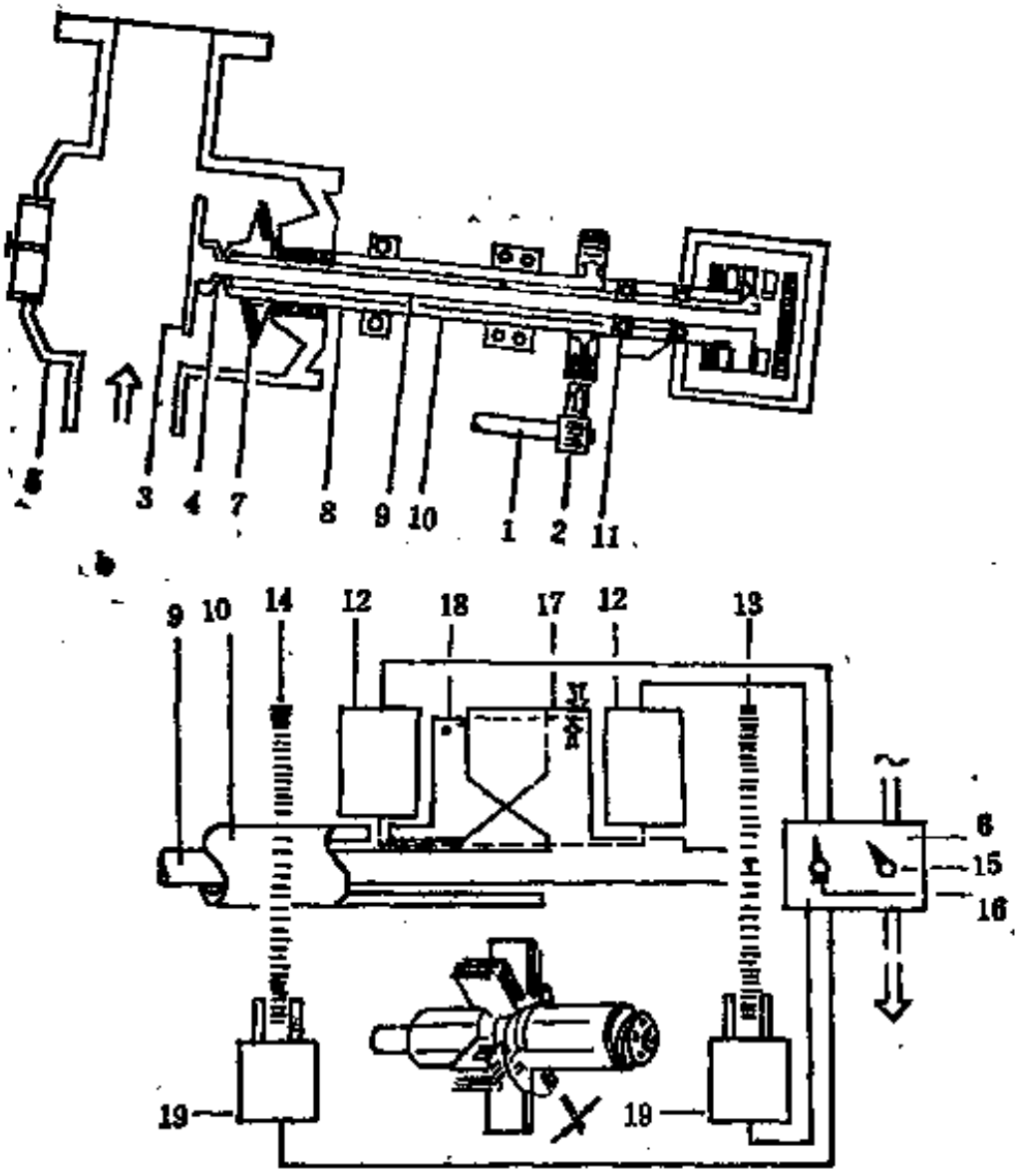


图 15-5　MEK41纸浆浓度变送器

1—电动机　2—齿轮箱　3—敏感元件　4—弹性连接件　5—测量室　6—放大器　7—桨叶　8—密封盒　9—测量轴　10—驱动轴　11—滚动轴承　12—反馈线圈　13—测量轴上的齿轮　14—驱动轴上的齿轮　15—量程电位器　16—调零电位器　17—测量轴上的平板　18—驱动轴上的平板　19—供两齿轮转角差用的光学变送器

图15-6为MPK41型纸浆浓度变送器的动作原理简图。其动作原理与MEK41型（电动）的相似，只不过是当纸浆浓度变化时，其喷嘴与档板的距离也变化，从而输出压力〔19.6～98kPa (0.2～1kgf/cm²)〕也变化。其技术数据为：

工作范围：0.8～8%纸浆浓度；

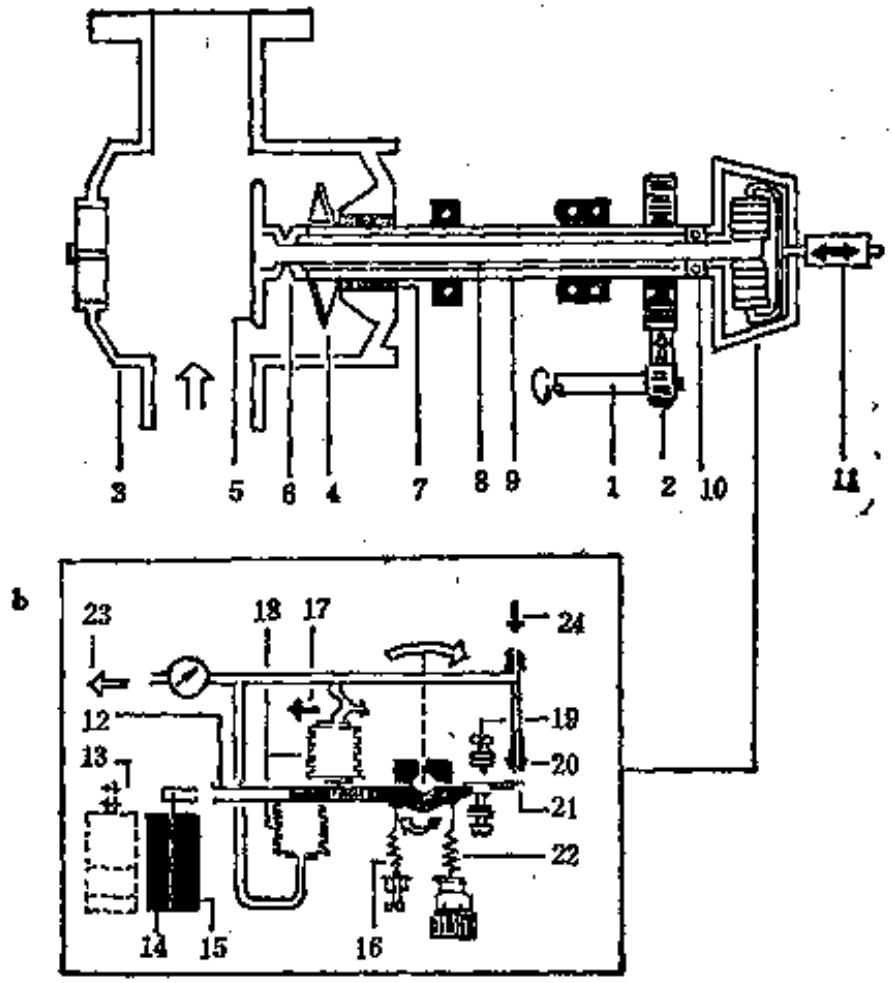


图 15-6 MPK41动作原理

1—电动机转轴 2—齿轮箱 3—测量室 4—桨叶 5—敏感元件 6—弹性连接件 7—密封盒 8—测量轴 9—驱动轴 10—滚动轴承 11—信号变送器 12—给定重量的杠杆 13—延长杠杆 14、15—砝码 16—调整弹簧 17—波纹管调整 18—反馈波纹管 19—限位螺钉 20—喷嘴 21—档板 22—调零弹簧 23—输出信号 24—气源

测量范围：最低为1%，最高为3%；

最高工作压力：980kPa(10kgf/cm²)；

最高介质温度：100℃；

最高环境温度：60℃。

电动机：3相，鼠笼式，0.75kW，1400r/min

5. 流线型变送器

在通常所采用的速度和浓度的情况下，纸浆沿管道的运动是活塞”形并有比较稳定的纤维结构。但是，该浆流遇到某一固

定物体，例如圆铁棒（或刀片）（图15-7），则"塞子"上的纤维直接与圆棒相碰，于是浆流速度从V_0——塞子速度降低到零，而其他纤维仍旧以原来的速度运动。

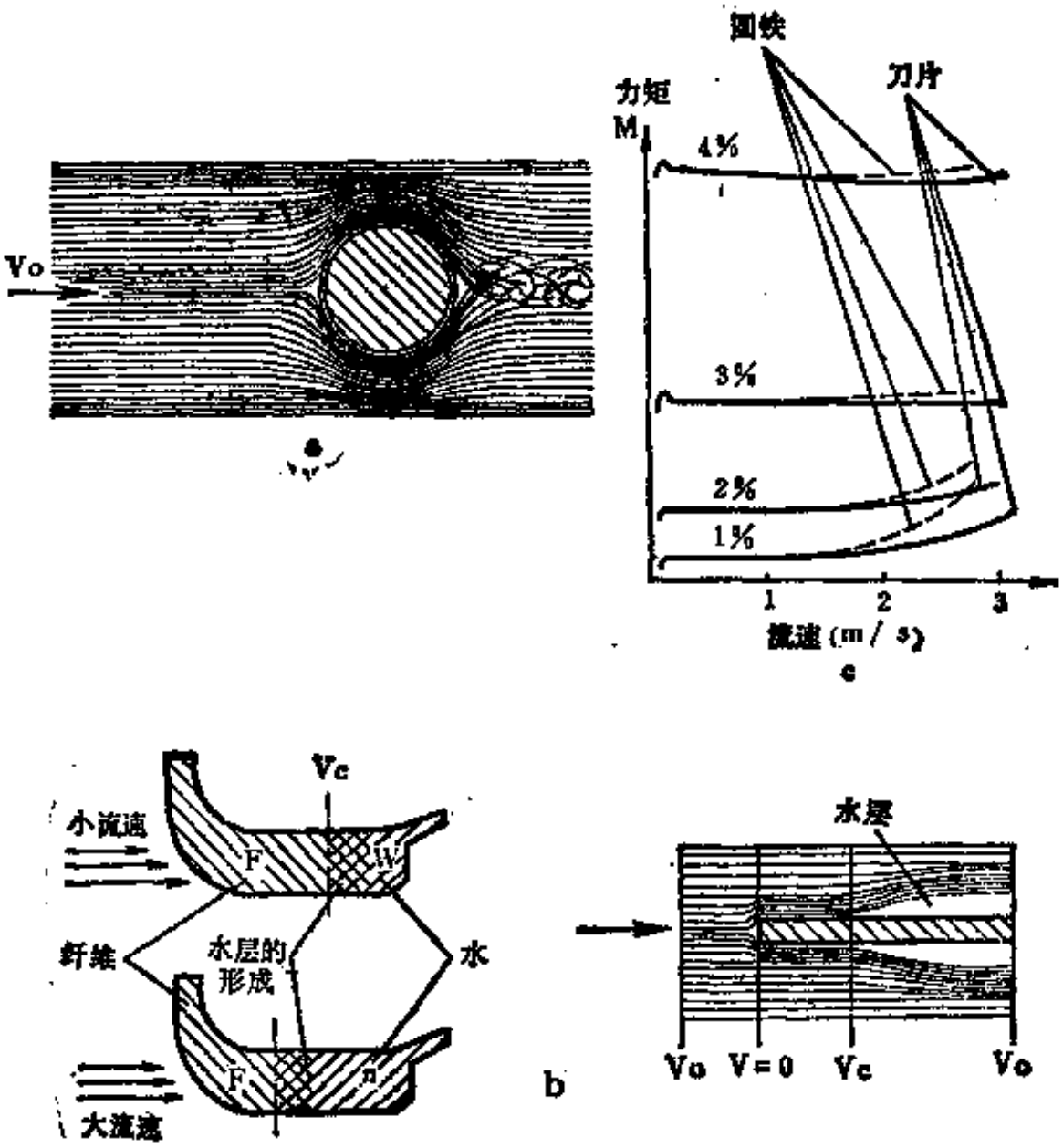


图 15-7　物体放在浆流中形成的流线图

a—圆铁棒；b—"刀形"或"刀片"型的敏感元件；c—流速对浸在纸浆中物体所产生的力矩的影响

因此，作用于浆管中的物体（敏感元件）上的力有：切断运动着的纸浆纤维结构所需的力和纸浆纤维对物体表面的摩擦力，后者主要取决于纸浆的浓度和特性。

此外，作用于敏感元件上的力还有速度压头和拉力。

根据对纸浆作用在流线型物体上的力进行测量的原理而制成的第一个浓度变送器，在1960年问世。这种瓦尔米特公司气动纸浆浓度变送器（图15-8a），是直接安装在管道内的一根直径为12mm的软铁探针。还有费歇尔-波特尔公司的16C2381A型变送

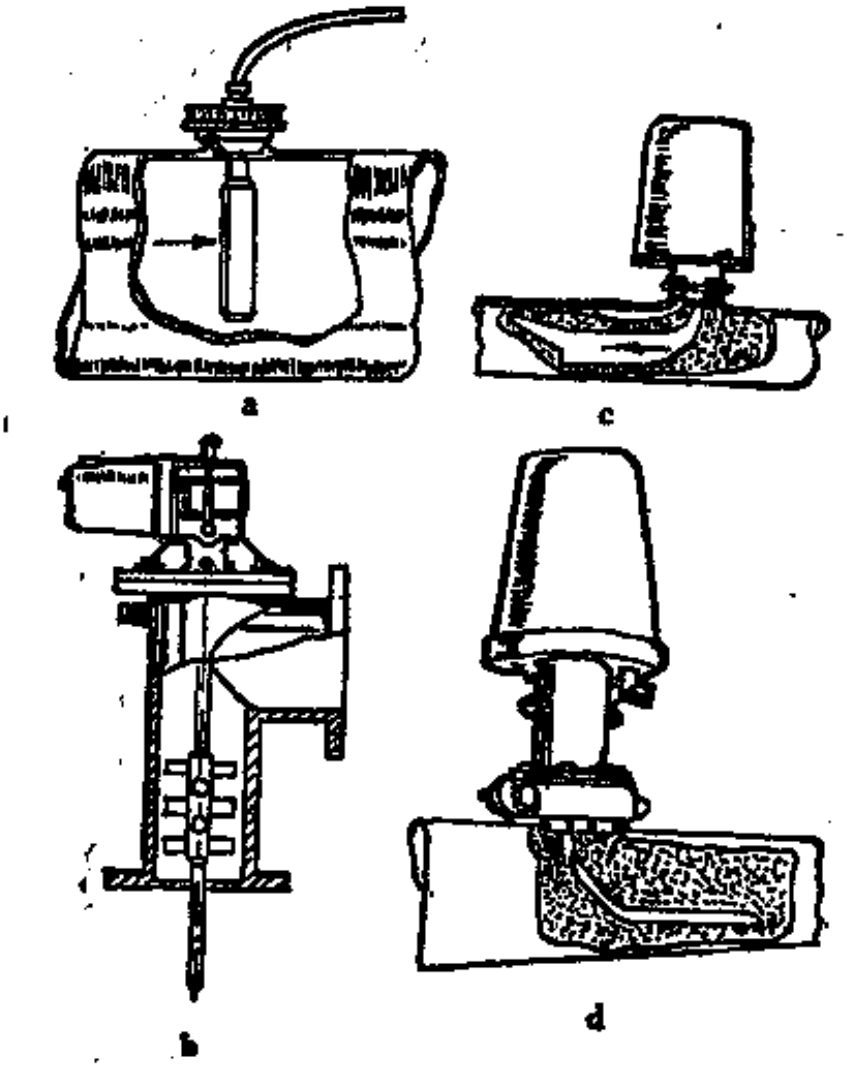


图 15-8　流线型变送器的结构

a—“探针”型变送器；　b—“放射状圆铁”型变送器；　c—“刀形”19C型变送器；d—弯铁形变送器

器，具有“销钉”形式（图15-8.b）或者沿浆流方向安装着一个带放射状的暗销（4到10根）的圆铁，这种变送器安装在纸浆管道中特制的弯管处。

瓦尔米特公司在pulp-Air“探针”型变送器中，在纸浆流动方向上换上折弯了的铁棒（图15-8.d），测量浓度范围为3～

8%；而对于浓度低的情况（1.5～5%），则换上“刀片”形的叶片（图15-8c），这样就可消除涡流的影响，并且由于增加了与摩擦面有关的成份而大大提高了变送器对浓度的灵敏度，这种变送器的型号为pulp-Air LL-m68（图15-9）。我国广东仪表厂和武汉自动化仪表厂也生产出相似的这种纸浆浓度变送器（见表15-14）。1967年美国福克斯勃罗公司研制的“刀形”19C型变送器（图15-7.c），其特点是有一条特殊的尾巴，用以补偿速度压头和纤维结构的剪力之用。

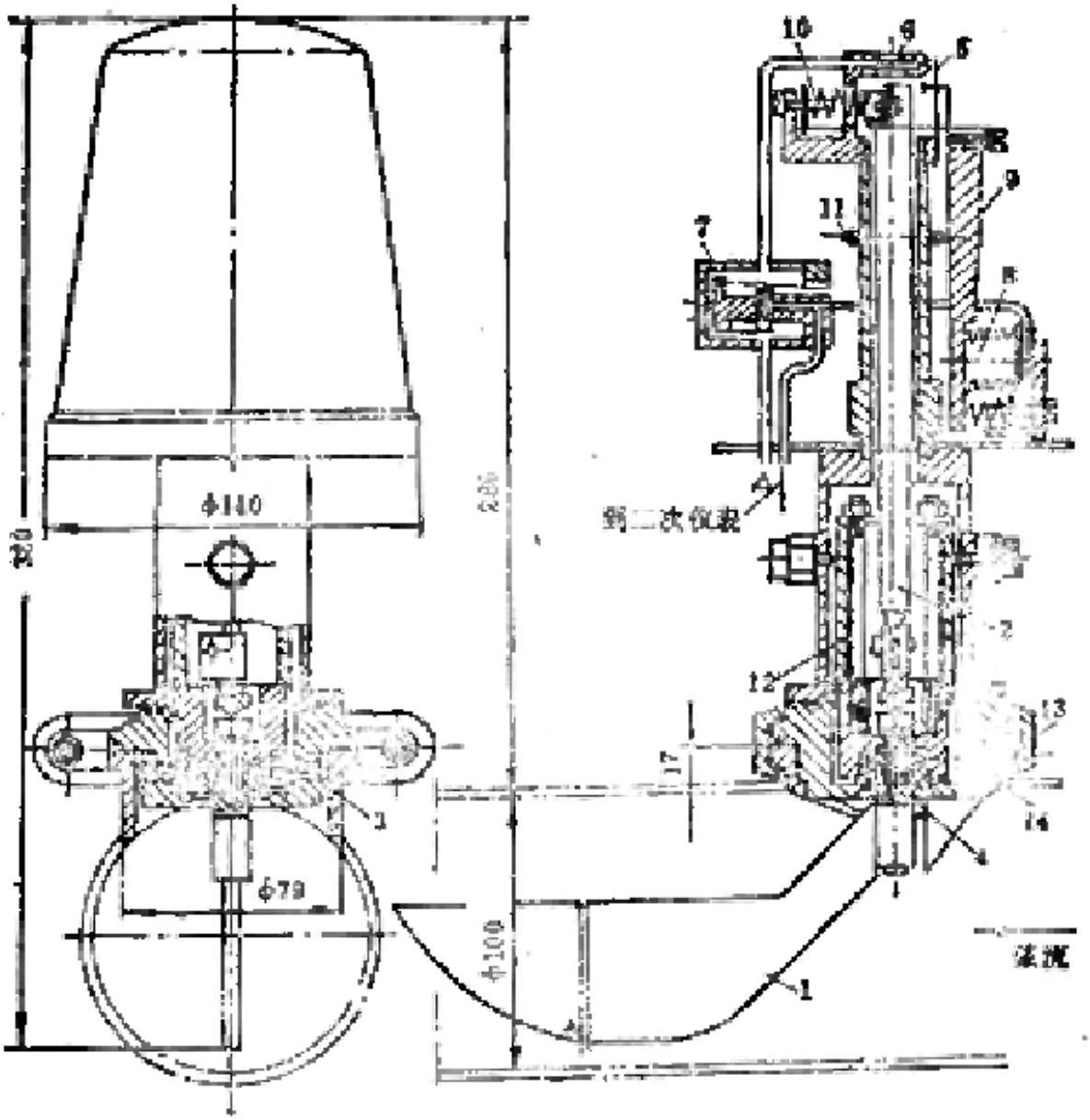


图 15-9　LL-m68 “刀片” 型变送器

这类变送器的刀片的最佳厚度为 6 mm。

（二）纸浆低浓测量仪表

纸浆浓度在2%以下近似牛顿型液体，故不能测定其剪力和粘度，可是，测量1%以下的纸浆浓度（例如测量高压流浆箱的纸浆纤维含量）是根急需的。为此，许多国家都在研制这种低浓变送器。

1. 根据纸浆悬浮液光学特性原理制成的变送器

（1）光电式浓度变送器　通过纸浆悬浮液的光线发生了光线的吸收和部分的散射。这种散射取决于纸浆悬浮液中的填料、染料等的含量。

根据拉姆贝尔塔-贝拉定律，穿过被测悬浮液的光线强度 I 由下式表示：

$$I=I_0e^{-xcl} \qquad (15—1)$$

式中 I_0——光源强度；

x——单位物质浓度上吸收光线的指数，它取决于纸浆悬浮液的光学特性（其中包括取决于纸浆纤维形式，它的长度、打浆度等）和取决于光线的波长；

c——纸浆浓度；

l——光穿过纸浆的厚度。

由此可得，纸浆浓度

$$c=\frac{1}{xl}ln\left(\frac{I_0}{I}\right) \qquad (15—2)$$

当I_0、l和x为常数时，$c=Kf(I)$，也就是说，纸浆浓度可以根据穿过纸浆悬浮液的光线强度来测定。

我国青州造纸厂和西安轻工业机械研究所协作，研制成功连续测量网前箱纸浆浓度测量仪——光电式纸浆浓度变送器，已经在青州，柳江等造纸厂应用。

该浓度变送器测量范围为0.2～1%，精度在实际浓度的2%以内，仪表以及附属装置简单、可靠，使用方便，输出信号0～

10mA（直流），它与调节器及执行机构配套可组成纸浆浓度自动调节系统。

该仪表的测量光路和图15-10a所示。光源用光学仪器灯泡GV12-50A，由稳压电源供电。灯泡额定电压12V，实际工作电压只有4V左右，使用寿命长。聚光镜形成一束平行光，照到流过玻璃管的纸浆上。限制平行光栏宽度为18mm，玻璃管用内径20mm，外径26mm的普通玻璃管。根据理论推算，p_1放在与x轴成45°角之上；p_2放在与x轴成60～75°角之上的位置为宜。光电池p_1和p_2用2CR-53型或2DR50型硅光电池。平行光照到纸浆、经过纸浆散射和吸收以后，一部分到达光电池p_1，p_1将接收的光通量转变成光电流i_1，另一片光电池接收纸浆散射的一部分光通量，转换为光电流i_2，光电流i_1和i_2都随着纸浆浓度而变化。在纸浆浓度0.2～1%范围内，光电流i_2随着纸浆浓度的提高而增加，而光电流i_1则减少。

其测量电路如图15-10b所示。光电池p_1的负载用75Ω线绕可调电阻w，w的a和b两端之间的电阻值r，连续可调，光电流i_1在r上产生电压$U_1=i_1r$；光电池p_2的负载用75Ω金属膜电阻R，光电流i_2在电阻R上产生电压$u_2=i_2R$，u_1和u_2方向相反；这样，在电阻R和r上产生的电压$u=u_2-u_1$，加到毫伏转换器的输入端1和2。毫伏转换器采用温度变送器（DBw），将直流测量电压u转换为直流输出电流I（0～10mA）。当被测纸浆浓度为最佳值时，可以调整可调电阻，使测量电压$u=u_1-u_2=i_2R-i_1r=0$，这样，可以调整零点迁移电位器，使输入电压为零时输出电流$I=5$mA，因此，输出电流I表示纸浆的浓度；$I>5$mA时，表示浓度高于最佳浓度，$I<5$mA时，表示低于最佳浓度。R为DBw的负载电阻，取1.2kΩ左右。为了减少输出电流I的脉动，接入滤波电容C（约4000μF，耐压25V）。稳压管Dw用2cw20，当输出电流I超过10mA时保护了滤波电容C和外接仪表。

纸浆流程如图15-10c所示。纸浆由泵输送到网前箱去，从

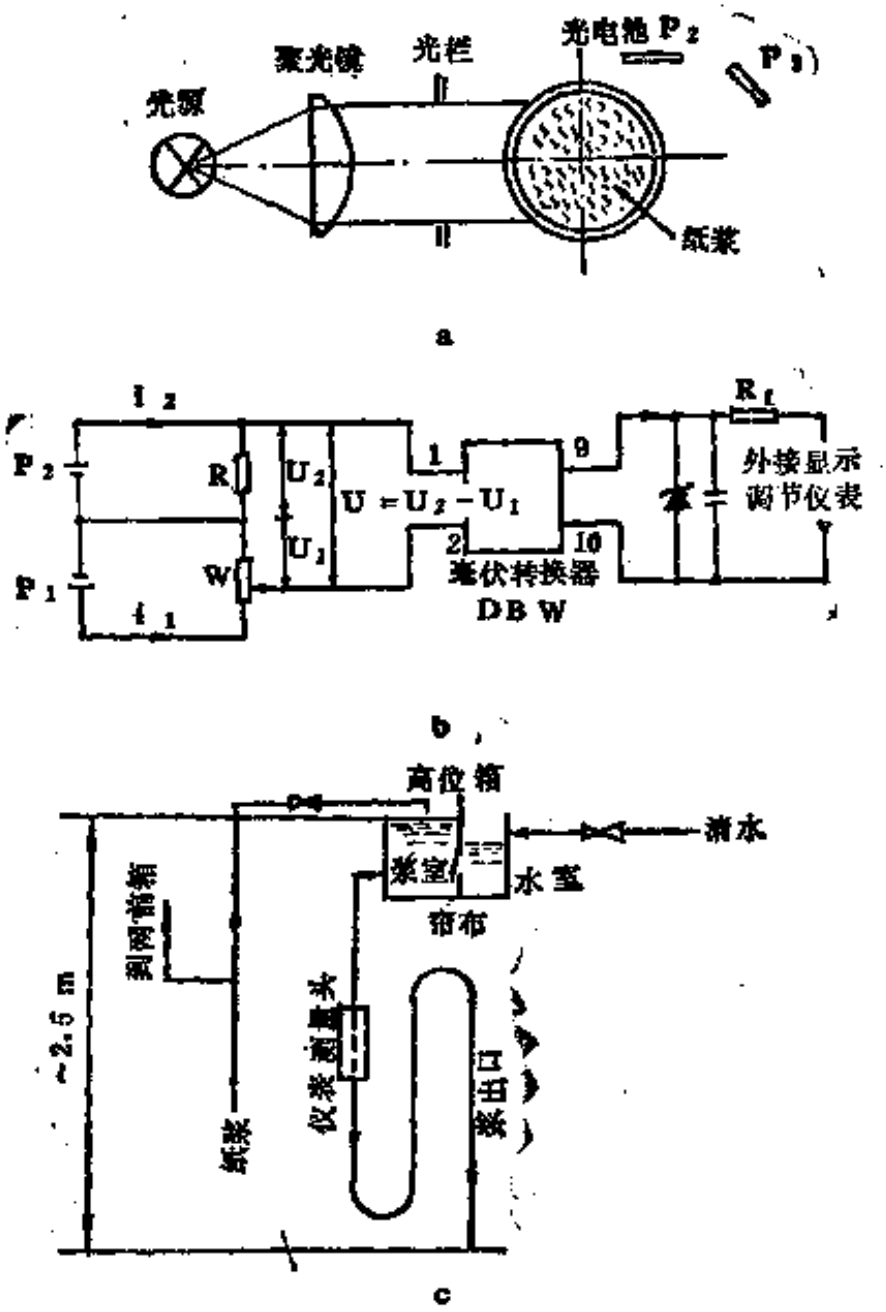


图 15-10　光电式纸浆浓度变送器的测量光路、电路及纸浆流程

a—测量光路　b—测量电路　c—纸浆流程

到网前箱去的管路中分出取样管路。被测量的纸浆流到特制的高位箱，然后流过仪表，回到浆池去。高位箱用硬塑料板制造，底面300×300mm，高300mm，分为浆室和水室两间。中间隔板下部有通孔互相连通。通孔在浆室一侧悬挂着一片薄橡胶板制成

的"帘布"。两室分别通入纸浆和清水，各自溢流，水面比浆面低40mm，因此，"帘布"盖住通孔，水室的清水不流进浆室。但当浆泵停止工作浆室无纸浆时，水室里的清水就推开"帘布"进入浆室，因而冲洗了仪表中的玻璃管，防止积垢。连接的管路应尽量短直，可以用内径25mm的输油胶管。纸浆出口处应低于高位箱浆面约2.5m，使纸浆流速不变，为2m/s。

（2）BIOBIC公司生产的光学式低浓度计　如图15-11所示，把光源放在通过被测定液的玻璃管的一侧，反射光通过三个不同的滤光片而感光，被测液的颜色由三个信号进行相加计算，其输出信号与纤维量有关。这种仪表的测量浓度范围广，量程从0～0.1%，0～1%到0～10%。

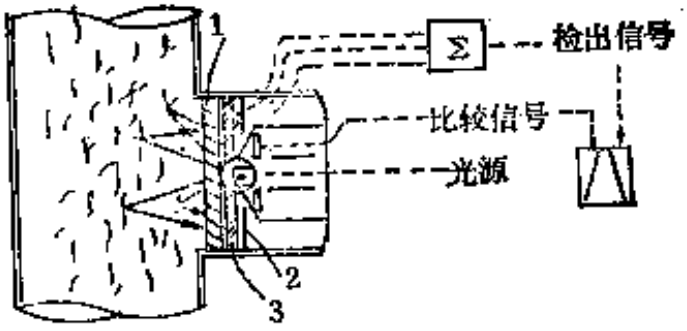


图 15-11　BIOBIC公司生产的光学式低浓度计

1—玻璃　2—检测部　3—滤光片

如果把该浓度计变更其一部分计算内容，就可以变为白度变送器了

（3）欧洲控制公司（EUR-Control）生产的TPI型低浓度纤维分析器　这是一种不受浮游纤维中填料的温度与颜色的影响而可以测量纸浆溶液浓度的变送器，而且，测量浓度与同时测量"平均纤维长的重量"无关。图18-12所示为用发光二极管发光、通过测定室用光敏二极管进行测量的简单装置。这种测量装置要求试样没有气泡

2．根据纸浆纤维扭转光的偏振面的特性的原理制成的变送

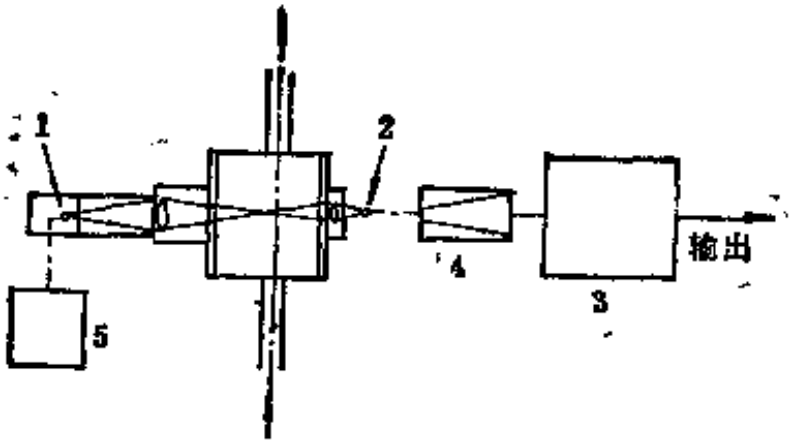


图 15-12　欧洲控制公司生产的TPI型低浓度纤维分析器

1—发光二极管　2—光敏二极管　3—电子装置　4—放大器　5—电源

如图15-13所示为欧洲控制公司生产的MEKL型低浓度变送器的原理图。

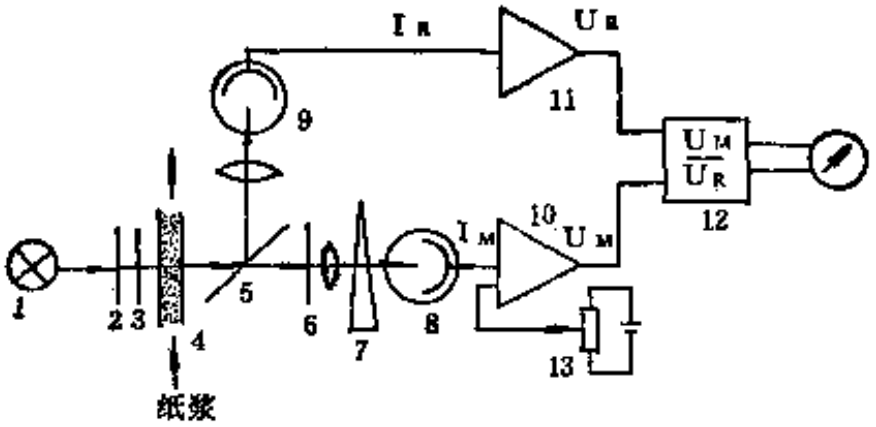


图 15-13　根据偏光原理的低浓测量仪简图

从光源 1 出来的光流通过偏光镜 3，然后又通过被测液体（悬浮液）流经的浆管 4，并且落在半透明的反射镜 5 上，使该光流分成两半。光流的一半通过具有偏振方向的，与第一个偏光镜垂直的偏光镜——检偏器 6，落在测量光电元件 8 上；而光流

的另一半则落在比较光电元件9上。如果测量管中通过的是清水，那么，偏振光不可能通过检偏器而落在测量光电元件上；如果液体中有纤维，那么，部分光流就被扭转通过检偏器，落在光电元件上，它们的信号比值就是纸浆浓度值。

滤光片2调整光源的强度；测量范围由灰色楔形物（衰减器）调整。纸浆pH值、温度、流速、打浆度的变化对指示值无影响；但是，纤维的种类及处理方法对仪表输出信号值是有影响的，如图15-14所示。应当指出，像高岭土之类的填料，是具有光消偏振作用特性的(大约比纸浆纤维低10倍)。因而，仪表的指示值受纸浆中高岭土含量的影响很大。因此，在该线路中，装设了一个专用的补偿装置13。该仪表有水保护壳，所以应当装在靠近水管处，并且用直径10～15mm的水管和仪表连接。当断浆时，变送器应当细心地用水清洗，以便消除粘结在测量管壁上的纤维。

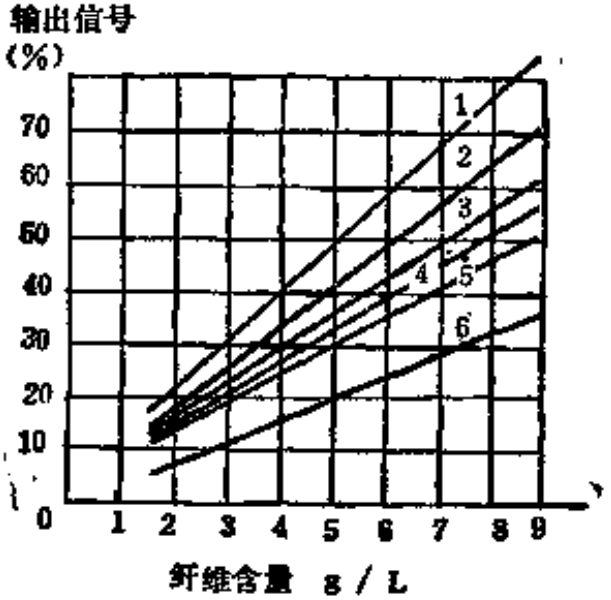


图 15-14　纤维种类及处理方法对仪表输出信号的影响

1—未漂的硫酸盐桦木浆34°SR　2—已漂的硫酸盐桦木浆30°SR　3—已漂的亚硫酸盐云杉浆64°SR　4—已漂的亚硫酸盐云杉浆26°SR　5—未漂的普通硫酸盐松木浆32°SR　6—云杉机械浆70°SR和锯末浆

如图15-15为由瑞典制造的纸浆浓度测量装置，它在1974年获得日本公开专利权。光源1通过透镜2和偏振过滤镜3后成为

单色偏振光，射入纸浆悬浮液。带有浓度讯息的出射光射入由电动机 4 带动的旋转检偏器 5 。在检偏器 5 上有一小孔，由光源 7 射入光电检出器15接收，电动机 4 带动检偏器 5 旋转一周后，该讯号输入相位检测装置12。透过检偏器 5 的光进入光栏 8 就聚汇成40°角以下的光到光电接收器10，由电容器11耦合到相位检测装置12，获得图15-16的波形。检出器15的脉冲与检出器10的交变光强电讯号有一个相位差φ，从中可研究出浓度相关联的因素。

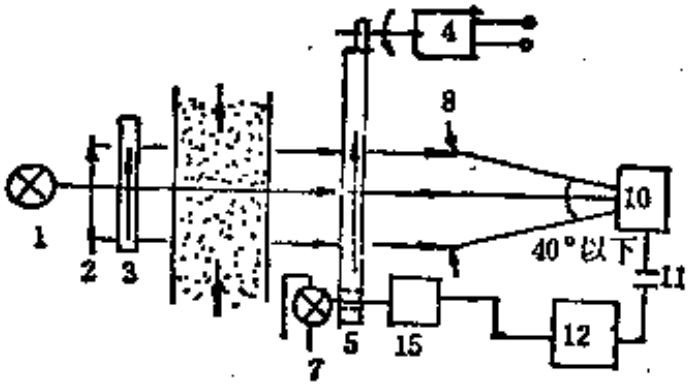


图 15-15　转偏检测方式的纸浆浓度计

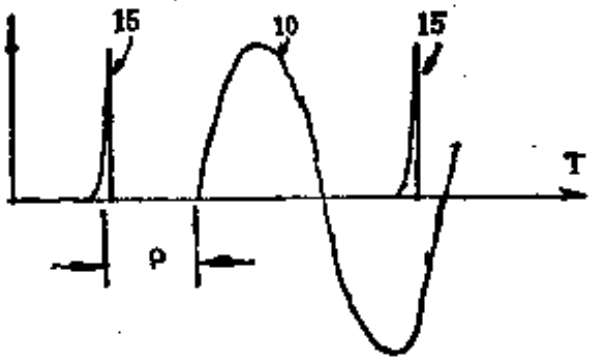


图 15-16　转偏法波形图

图15-17所示为环圆检测方式的浓度测量装置，它在1974年日本横河电机制作所获得日本公开专利权，据称对纸浓纸浆有很高的测量精度。光源 1 通过适当选定光波长的滤色片 2 、透镜 3 和偏振器 4 ，使出射光为单色的沿某一方向振动的偏振光。然后再射入被测纸浆 5 。出射后分别由环状光电元件 7 和透过检偏器 8 由圆形光电元件 9 接收。该两光电元件组成的电路如图15-18所示。在平衡桥中，当$E_1=E_2$时，记录电动机10就停转。可变电阻器Rs与电动机10是联动的。当纸浆浓度有所变动时，桥中E_1和E_2有变化，经过放大电路11后，带动电动机转动，Rs转到新的位置，使E_1和E_2在新的电平上相等。此时电动机转动量由记录装置记下。这样浓度变动量就被连续记录了。

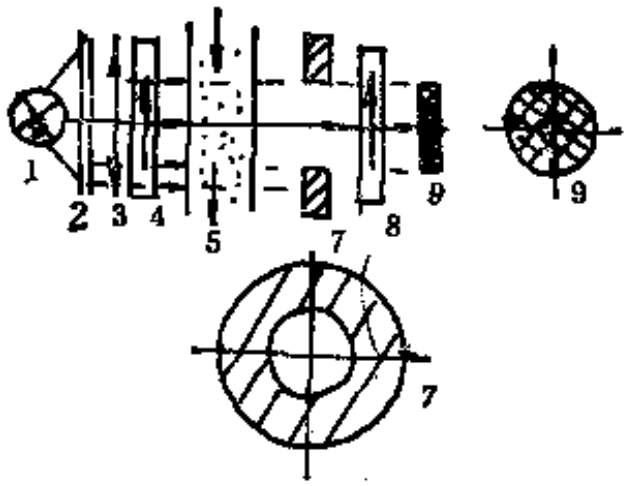


图 15-17　环圆检测方式的纸浆测量装置

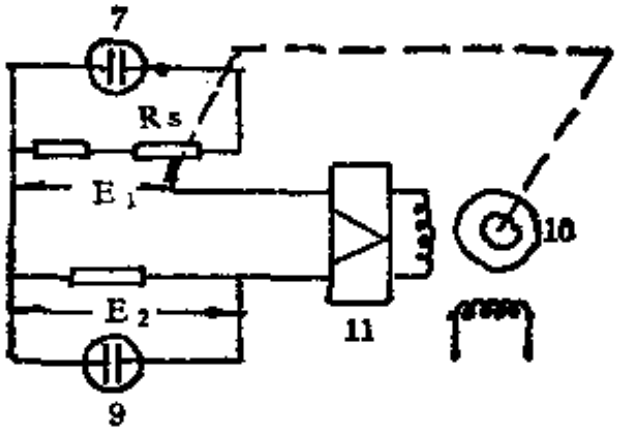


图 15-18　光电元件电路

3. 根据纸浆旋光性的原理制成的变送器

如图15-19所示为美国设计的圆偏振光旋转方式用于分散固体浓度的测量装置，它于1976年获日本公告专利。光源1可为水银灯、钨丝灯或氙灯。射入滤色片2、偏振器3，通过1/4波片4、5a、5b和检振器6a、6b和检测器7a、7b检出被测物质5左旋和右旋后圆偏振光的大小。由原来圆偏振光与被测物质的浓度有关，那么经过处理后的记录讯息就反映被测物的浓度。

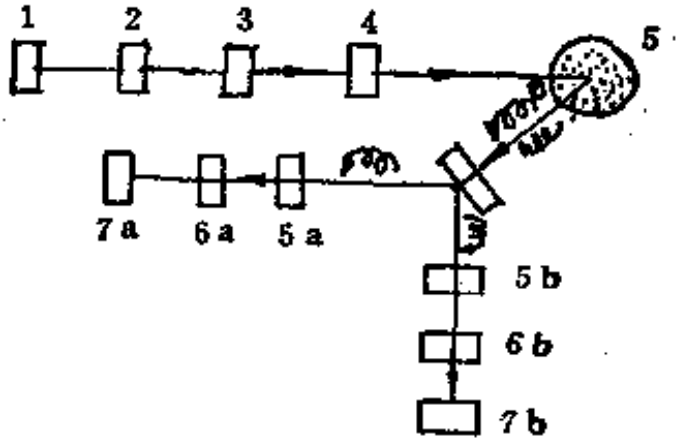


图 15-19　圆偏振光旋转方式用于分散固体浓度的测量

如图15-20所示为美国设计制作的悬浮粒子浓度测量装置，

1977年获得日本公告专利权。以水银灯、钨丝灯或氙灯作光源1，通过滤色片2到偏振器3，呈一束单色偏振光射入纸浆。以后分成两束交角θ为30°的反射光，也可为45°角。

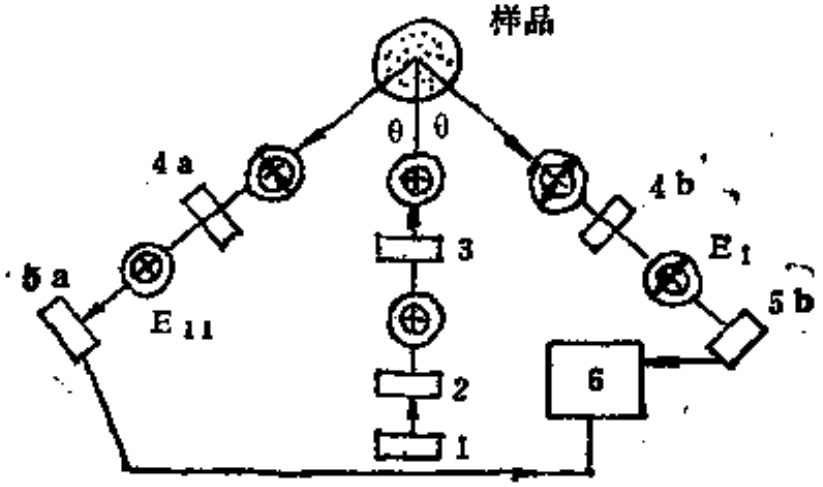


图 15-20　偏振光测旋方式

一束光通过检偏器4a，光电器件5a接收平行偏振器3方向的偏振光。另一束是通过检偏器4b、光电器件5b接收垂直于偏振器3方向的偏振光。这两路讯号输往合成电路6后，即可得出浓度讯号。

这一方案实质上是单色偏振光通过纸浆反射后，旋过了一定角度。两套接收装置是检出光矢量在原来入射光矢量平行和垂直方向上的投影分量，以此来定出纸浆浓度的讯号。

4．根据纸浆悬浮液对超声波的吸收与反射制成的变送器——超声波浓度变送器

这种变送器根据纸浆悬浮液对超声波的吸收或者反射与液体中悬浮的颗粒，即浓度成一定关系的原理。对于球形的固体颗粒，其关系式如下：

$$\alpha_s = \frac{\omega^4 r^3 c_0}{12\alpha^4} \qquad (15-3)$$

式中　α_s——超声波的吸收系数，与声能的散射有关；

　　c_0——体积浓度；

ω——$2\pi f$——角频率；

a——声的传播速度；

r——悬浮体颗粒半径。

一定频率的超声波的吸收系数与悬浮液浓度成线性关系。试验表明，对于纸浆悬浮液来说，这种关系也是线性的。

日本安藤电气公司生产的超声波低浓计，其检测器由超声波的送波器和受波器组成并浸在被测量的液体中。从超声波振荡器

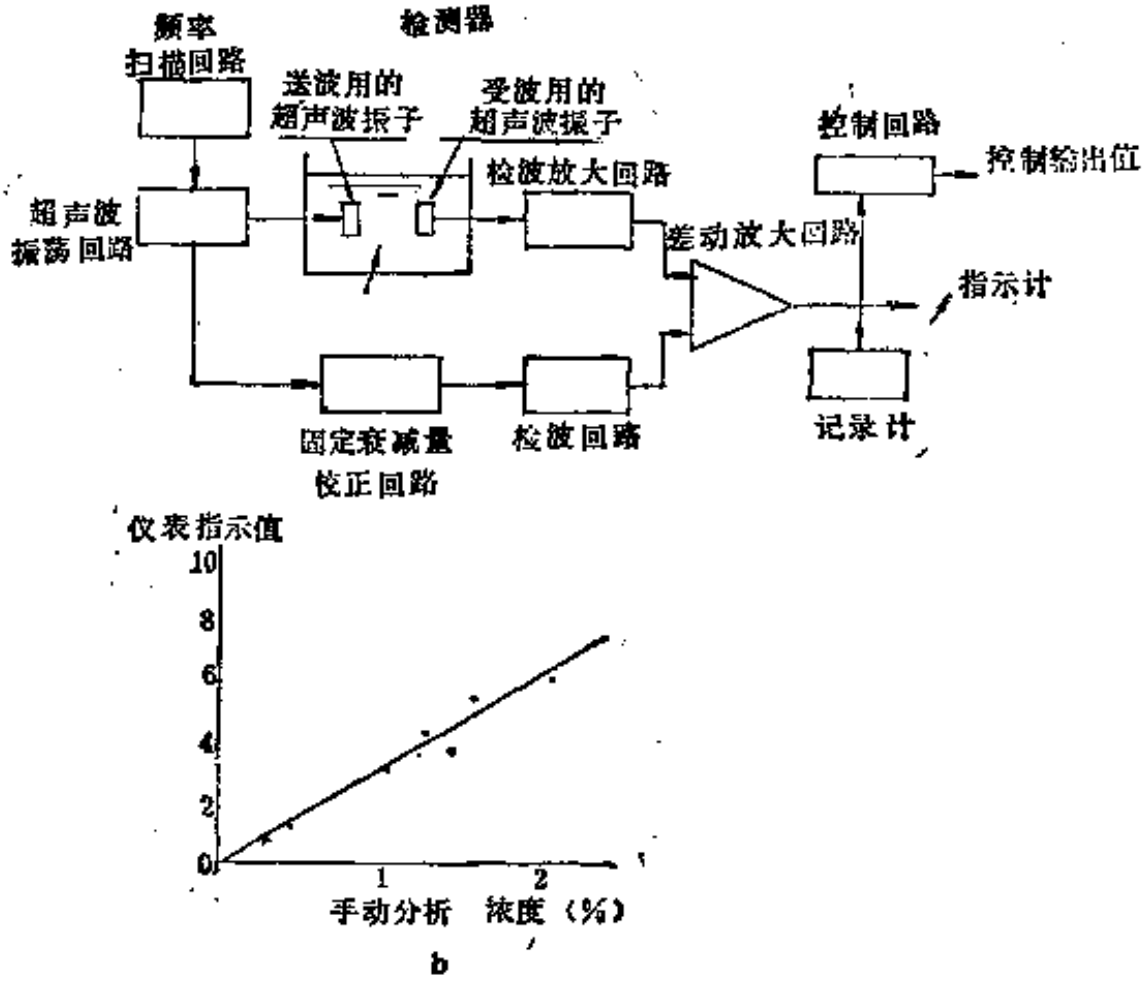


图 15-21 超声波浓度计

a—超声波浓度计方框图　　b—纸浆浓度测定数据

使用检测器V50—65试料温度：18℃测定条件：在试样301纸浆中

投料测定手动分析法：$\frac{\text{绝干重量}}{\text{试样500ml重}}\times 100\%$

来的信号分成两路，一路通过被测液体，测出其衰减量，另一路

通过衰减器进行比较计算。通过被测液体的衰减量与纸浆中的纤维量成比例。图15-21 a 为它的方框图；试验结果如图15-21 b 所示。它对于1%以下浓度可得到很好的结果。可是，超声波被空气吸收特别严重，因此，对纸浆的除气泡处理是很必要的。另外，这种仪表的测量误差也受填料和温度的影响，从而限制了它的广泛应用。不过，利用这种仪表来测量白水和污水中很低的纤维浓度时，可以得到很好的结果。

（三）化学浆和机械浆质量指标测量仪

表15-15所示为化学浆和机械浆质量指标测量仪一览表。

1　粗渣含量测量仪

图15-22为粗渣含量测量仪简图。该仪表的工作是测量一定流

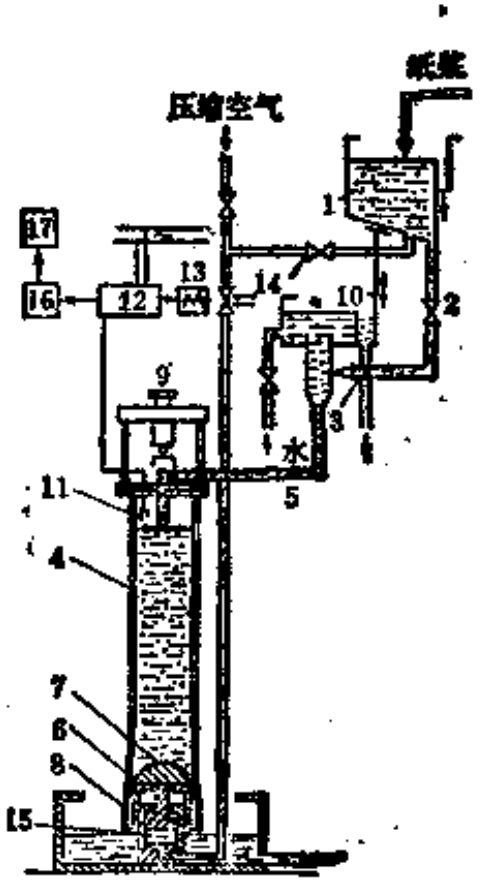


图 15-22　粗渣和木节成分的含量测量仪简图

表 15-15

序号	名　称	测量原理	图号
1	粗渣含量测量仪	测量一定流量的纸浆流经缝隙并堵住缝隙的时间	图15-22
2	化浆白度测量仪	采用红光与蓝光对白度的反射的差动线路	图15-23、a
		测量蓝光对白度的反射	图15-23、c
3	纸浆打浆度连续测量仪	测量纸浆在小圆网筒上的脱水速度	图15-24、a
		模拟纸页在纸机上的脱水情况	图15-24、b
4	纸浆打浆度断续测量仪	测量纸浆经钢网过滤时滤液流入到测量筒的速度	图15-25、a
			图15-25、b
			图15-26
			图15-27
			图15-28

测量范围	产品型号和性能	国别	生产厂(公司)
	缝隙宽度0.2～0.3mm仪表指示值变差小于被测值的1.5%	苏联	
	"哈罗玛切克"型，已成功使用 缺点：指示值与化验室分析值不同		
30～78°	"勃里切里"型，仪表指示值与化验室分析值相重合		
	"贝里"型仪表指示值与加拿大标准游离度(CSF)相对应，需调整纸浆浓度为0.8%	美国	贝里(Baily)公司
	需调整纸浆浓度为0.35%，仪表指示值与化验室用肖伯(SR°)仪器相符	联邦德国	
	"得里因克"型	瑞士	波尔通-其莱
	"阿尔克得里因"型		
10～90°SR或 35～800CSF	"弗里空"型(Freenecon)	瑞典	欧洲控制公司
	"纳安弗里"型(Neofreene)	日本	
		中国	武昌电工仪器厂

量的纸浆流经缝隙并堵住缝隙的时间。把纸浆稀释到0.1～0.2%进入到恒定液位的溢流箱1中。由此经过管2和喷嘴3与从压力流浆箱内来的稀释水一起喷入，然后沿着管5喷入到一米长的玻璃测量管4中去。在该管的下部，有一段圆锥形扩大管8，里面装有一个钢制半圆帽7。此时就形成了狭窄的圆环形缝隙6，好的纸浆可以自由地通过这个圆环形缝隙，而直径比该圆环形缝隙大的粗渣和其他脏物，都把该缝隙堵塞，脏脏的杂物使圆环形缝隙自由截面积减小，从而使纸浆流出速度减慢，并且渐渐使测量管4的液位升高。若纸浆中的粗渣越多，则圆环形缝隙被堵塞得就越快，因而测量管4的液位升高越快。当纸浆液位达到安装在测量管4上部的电极信号器11时，继电器12动作给予计数装置16的脉冲接通了压缩空气管道上的三通电磁阀14，此时，钢制半圆帽下面的气缸室15与大气相通，半圆帽7下降，圆环形缝隙很快增大，而充满测量管的纸浆很快流出，这时，也就洗净了圆环形缝隙中的粗渣。测量管中纸浆液位下降，就使得液位继电器12断电，电磁阀13切换，使压缩空气进入气缸室15内。结果，半圆帽7又恢复到原来状态，使圆环形缝隙又达到一定的大小。由于测量管的下部是圆锥形的，所以可以用微调螺钉9来提高管4的方法来改变缝隙的大小，其变动范围从0.15到0.60mm。

缝隙宽度通常采用0.2～0.3mm。

单位时间内缝隙的堵塞和清洁的周期次数，表示了被测纸浆的粗渣含量。该值可以用二次仪表指示或记录。当粗渣含量急剧增加时(也就是说，超过了单位时间内一定的周期次数)，则可以接通事故信号17。

这种仪表适用于化学浆和机械浆。该仪表灵敏度高。当纸浆成份恒定时，指示值的变差不超过被测瞬时值的1.5%。这种仪表不指示绝对值，而指示相对值。

粗渣含量的仪表指示值n与其实际重量百分含量X之间的关系，可以用下式表示：

$$n=c\log(1+bx) \qquad (15-4)$$

式中c和b为取决于粗渣颗粒大小和缝隙宽度的常数。该常数由仪表于化验室分析的基础上进行调整时加以确定。

2. 化学浆白度测量仪

试验表明，光谱蓝色区域在湿浆板上反射系数，根据TAPPI标准（或者根据ГОСТ 769-66标准）是与同样烘干浆板上的一定白度成线性关系的。同时，在湿浆板上测量的灵敏度比在烘干浆板上测量的灵敏度高很多。浆板的水份波动，例如绝干纤维含量为6～12%的变动范围，对被测的反射系数值是没有影响的。这样就可以研制出直接安装在洗浆机上面的变送器，用它来测量洗浆机上浆饼的白度。此时浆饼浓度一般是在10～12%范围中。“哈罗玛切克”型白度变送器（图15-23 a）采用了差动测量线路。其原理为：红光（波长为600～650nm）的反射几乎与纸浆的白度无关(图18-23 b)，而白度对蓝光（波长为457nm）的反射影响很大。因为所选择的蓝光被木质素吸收所致。这样的差动线路，在很大程度上应当消除了浆饼上水蒸汽和浆饼厚度及表面结构的影响。

由碘钨灯1射出的白光照射在洗浆机的浆饼（滤饼）上。碘钨灯有很稳定的时间特性。反射光通过光学系统3和狭缝11（光栅）进入到积分球4中。积分球的内表面用很高反射特性的白色材料所涂盖。这样就保证了光流沿内表面均匀分布，并且由于进入平均光流而使浆饼个别斑点和不均匀性的影响减少。这种均匀反射的平均光流是通过装有积分球4的窗口的红色滤光镜6和蓝色滤光镜5的两个光电倍增管7来测量的。光电倍增管接到差动放大器8中。它的输出端可以装有标准的指示记录仪或调节仪。该仪表的缺点是，它的指示值与化验室的分析值不同，化验室的分析只是在蓝光上进行的。当利用该仪表测量机械浆白度时，不应把它装在圆网筒之上，而应装在专用的小网之上，在网子上连续地流出纸浆试样。

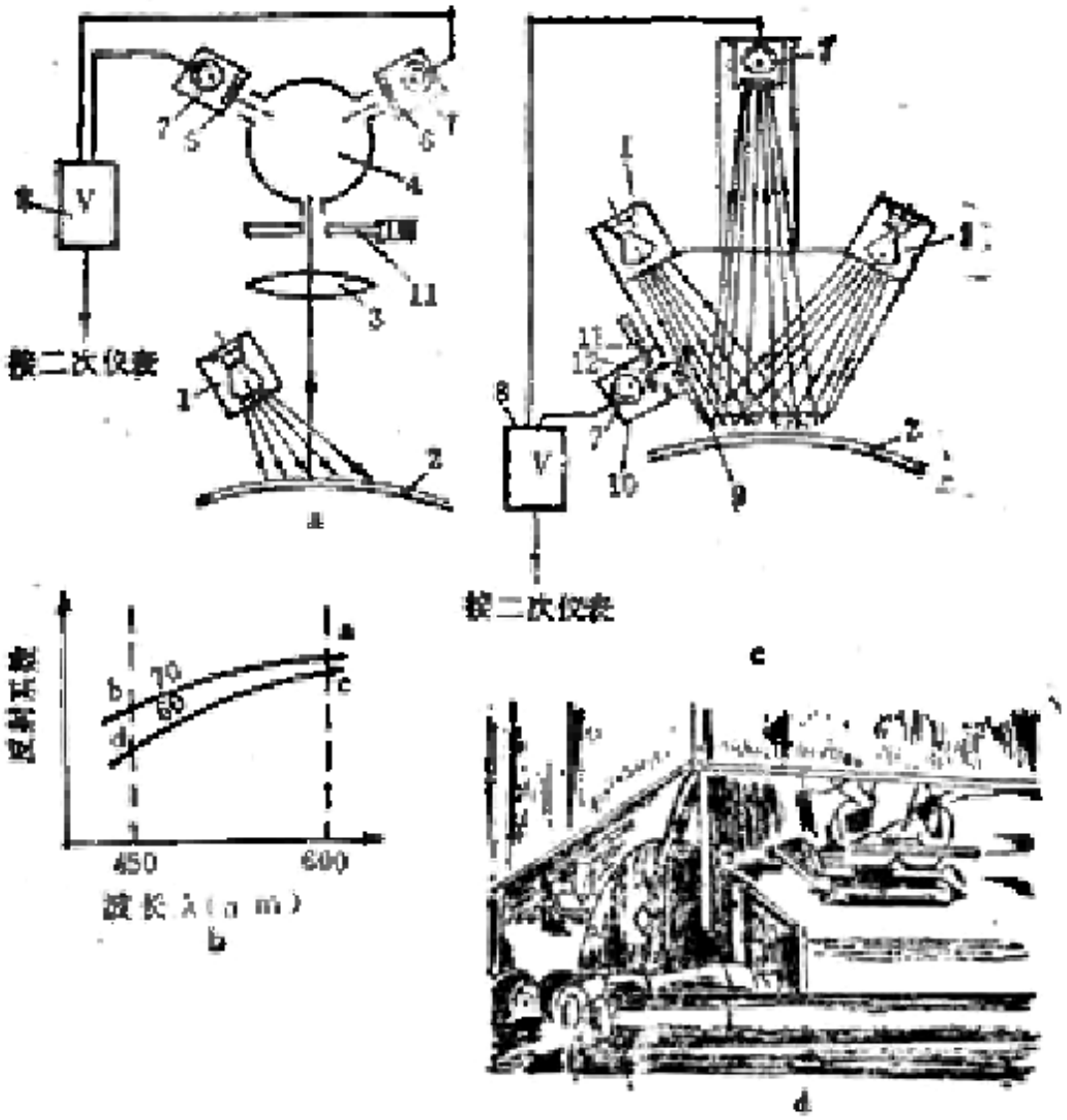


图 15-23　化学浆白度测量仪

a—“哈罗玛切克”白度测量仪简图；
b—不同白度的浆饼对光的反射的关系；
c—“勃里切里”白度测量仪简图；
d—“勃里切里”变送器的概貌
1—光源　2—浆饼　3—光学系统　4—积分球　5—滤光镜（457 nm）　6—红色滤光镜　7—光电倍增管　8—放大器　9—反光镜　10—补偿装置　11—孔板　12—滤光镜

“勃里切里”变送器没有上述的缺点。这种变送器的工作原理是：测量波长为457nm的反射(图15-23c)，这就完全与化验室的分析方法相吻合，同时仪表指示值在30～78刻度单位中与化验室的测量值能很好地重合。该仪表的测量部分安装在专用铁架

上(图15-23d)，它用弹簧减震器悬吊在洗浆机的罩上，并装有压辊，此压辊与浆饼面接触，这样就可以提高测量精度。为了补偿发光灯泡的老化，把光流的一部份引向比较光电元件上。这种仪表的测量放大器，按桥式线路来组成，其输出信号为10～50 mA(直流)，它可以接到标准的二次仪表或者计算机上。

3. 纸浆打浆度测量仪

机械浆、化学浆或损纸浆的打浆度可以表示纸浆的脱水性能，也就是说，可以知道在自由流水的情况下它的脱水速度。纸浆在网部的脱水过程中，打浆度起着重要的作用。

大多数连续动作的仪表是以测量纸浆在小圆网筒上脱水速度

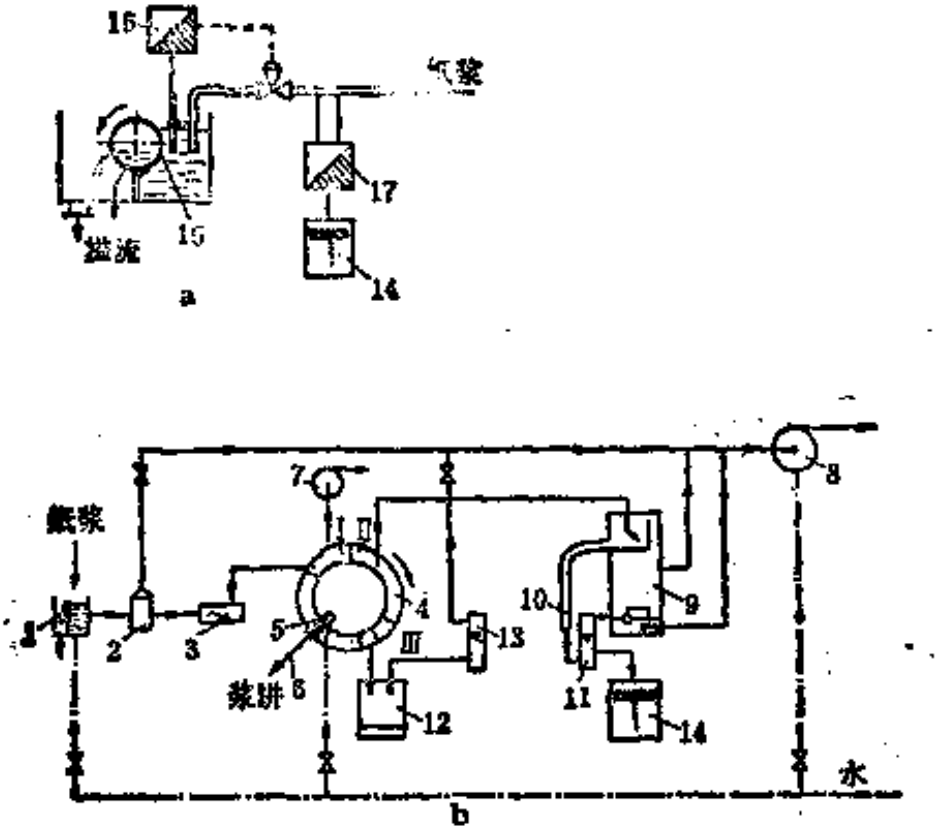


图 15-24 连续动作的打浆度测量仪

a—美国"贝里"型； b—联邦德国型

1—恒液位的稀释浆槽 2—空气分离器 3—定量泵 4—铜网圆环 5—水喷射器 6—从环上剥下的浆饼 7—离心泵 8—水环泵 9、12—水分离器 10—引水管 11—水流量计 13—空气流量计 I、II、III—吸水箱 14—打浆度自动记录仪 15—小网筒 16—液位调节器 17—纸浆流量计

为基础的。例如美国贝里公司的仪表(图15-24a)，是一个小网筒，在网筒的槽内，调节槽内浓度约0.8%的纸浆加入量来保持恒定的液位。当其他条件相同时，纸浆流量是由纸浆在网筒上的脱水速度来决定的。测量该纸浆的流量也就可以间接地指示纸浆的打浆度。试验表明，该仪表还不能与打浆度的单位相对应，而是与加拿大标准游离度仪器经过120s的总水量相对应。

联邦德国已研制出打浆度变送器(图15-24b)。该变送器在一定程度上是模拟了纸页在纸机上的脱水情况。这种变送器的主要元件就是测转的铜网圆环4，在它的下面分布有箱子Ⅰ、Ⅱ、和Ⅲ。大约0.3%浓度的纸浆，用能保持纸浆流量恒定的计量泵3把它打入到圆环4中。当铜网圆环在转动时，进入到它这里的纸浆开始在吸水箱Ⅰ上自由地膨胀，以后在箱子Ⅱ上由于负压的作用而使纸浆脱水。从这个吸水箱出来的滤液流量，可用转子流量计或电磁流量计11测出，并可作为纸浆打浆度的量纲。此外，该仪表在结构上还可以装设一测量装置以测量通过箱子Ⅲ上浆饼而被抽出的空气流量，这样，又可作为透气性的量纲，用水喷射器5来清洗圆网上的纸浆。这种仪表的指示值能对脱水时（水线、吸水箱真空度、伏辊和传递压榨的状态）纸浆的情况作很好的检验。当纸浆组分及打浆特性恒定时，它与化验室用肖伯（°SR）仪器所测量打浆度的结果是非常相符的。

周期性动作的打浆度测量仪与化验室仪器（肖伯仪器和加拿大仪器）相似，也就是说，它实际上是测量纸浆经铜网过滤时滤液流入测量筒的速度。现在，被广泛采用的波尔通-其来同公司（瑞士）的“得里因克”型打浆度测量仪的线路图如图15-25a所示。该仪表的测量管直接安装在打浆机后浓度为3～3.5%的纸浆管道上，在其下部有一块滤网2，并且用截止阀3可以把它与主管道分离。当测量周期开始之前，管1用比主管道压力高68.6kPa（0.7kg/cm²）的压缩空气所充满。该压缩空气从主管线经加法器7和电磁阀A引入，正确测量所必需的条件就是保

持主管道中与被测容器之间压差的恒定，而与纸浆压力的波动无关，这一点是用压差调节器5来实现的。从纸浆压力变送器4来的信号，和由加法器6降低到68.6kPa（0.7kg/cm²）的容器中的压力值，都送入到压差调节器5中。测量周期是用下列方式进行：当仪表起动时，经过4 s，电磁阀A打开，进入到测量容器的压缩空气，其压力比主管道中纸浆压力高68.6kPa（0.7kg/cm²）这一点是用加法器7来实现的。当确定换气时间的时间继电器动作时，电磁阀A关闭，B阀打开与大气相通，测量管中压力下降，从主管道中来的纸浆通过滤网2并开始把液体过滤到测量管内。这时，调节器5保持滤网上的压差为恒定(等于68.6kPa即0.7kg/cm²)。其方法是用阀11把经过节流孔10进入到测量管中的部分空气进行节流。测量管中的滤液达到一定液位时(离滤网上部约175mm)，电接点式继电器12动作。该继电器接通了过滤时间继电器，该时间通常整定为90s。测量管中液体的液位用差压计8来测量，并且在周期结束的时候测量的。当电磁阀C打开时，记录表9进行记录。此液位的高度就是纸浆打浆度的量纲。过滤时间继电器经过一定的时间切换了电磁阀A和B，又重新进行测量管的吹洗，由此循环不已。整个周期大约为2 min。滤网2容易拆卸，应当每星期清洗一次。这种仪表长期运行结果表明，它测量结果的灵敏度好并且可以用来调节打浆机打浆度。

在“阿尔克得里因”仪表(如图15-25b所示)中，纸浆经过阀A和管C进入到溢流箱下中。在测量周期开始时，阀门A关闭，阀门E打开，液体经过滤网2和测量筒1中的阀门E进行过滤。该测量筒中滤液所达到的液位，是由液位变送器H所测出的，它就是纸浆打浆度的量纲。当测量周期终结时阀门E关闭，从测量筒出来的滤液经过阀D流出，而滤网2则用经过B阀进入的水进行清洗。

由欧洲控制公司(EUR-Control)生产的FREENECON

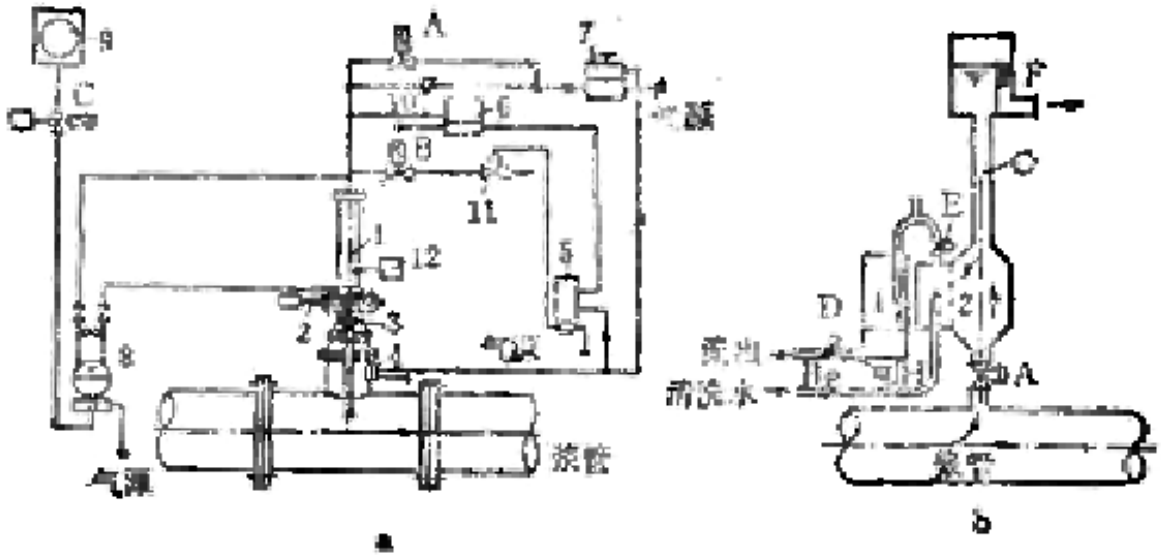


图 15-25　断续动作的打浆度测量仪

a—“得里因克”型　　b—“阿尔克得里因”型

型打浆度变送器如图15-26所示。其动作原理：当它操作周期开始时，由于气动执行器 6 动作，使顶板 1 和伞形部分上升，伞形

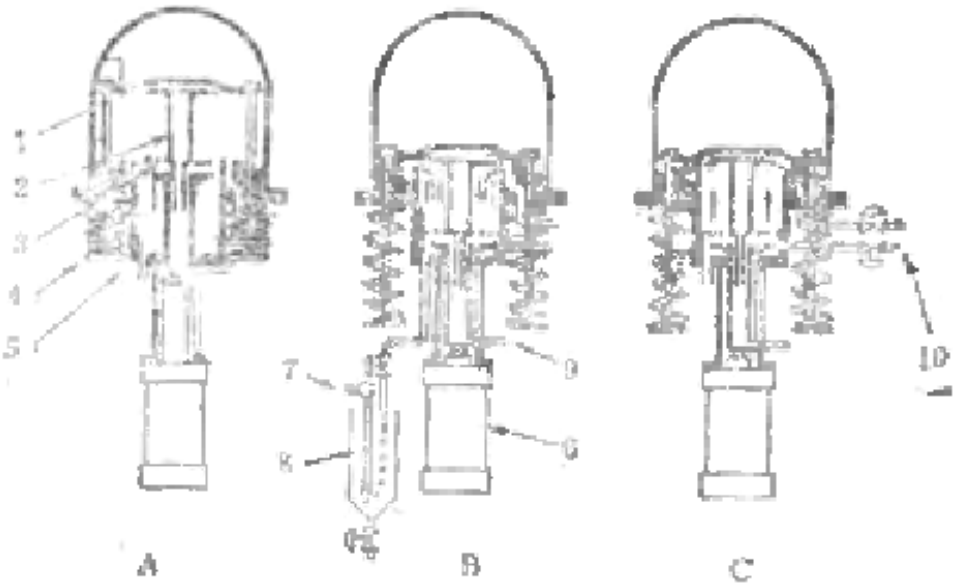


图 15-26　FREENECON型打浆度变送器

A—取样　　B—测量　　C—冲洗

1—顶板　2—伞形部份　3—过滤网　4—顶板张紧弹簧　5—取样杯

6—气动执行器　7—液位变送器　8—测量管　9—供水　10—冲洗水

部分中的过滤网 3 插入到浆管管道中。在取样周期A结束时，气动执行器反向动作并使纸浆试样引入到伞形部件 2 内，而消除了试样的压力和流量的变化。然后，该试样与浆管相互隔离(B)。经过伞形部分的空杆由开口通入一定压力的清水，该水对纸浆试样施加一定的压力，并同时从过滤网的下侧接通大气端，因此该试样进行脱水和压实。当在过滤网上形成纤维饼的“压缩”时期或“过滤”时期内，滤液被排出。这种过滤作用可使过滤网上的纤维饼“压紧”。在过滤时期终结之后，滤液被收集在测量管 8 内，其液位用吹气法测量并传送到液位变送器 7 中去。

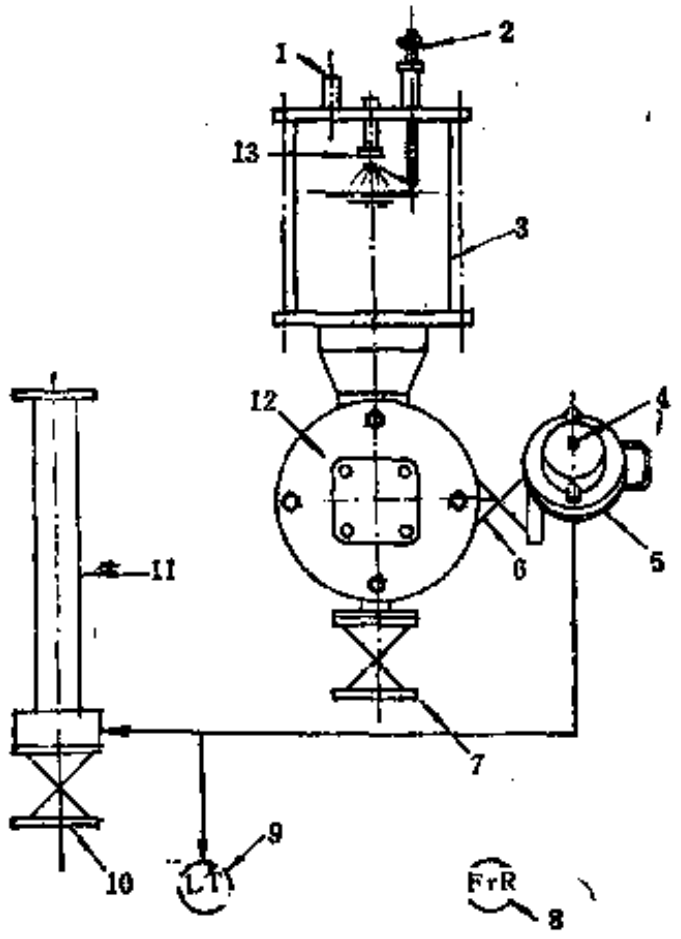


图 15-27　在线游离度测量装置 (Neofreene型)

1—压缩空气入口　2—稀释水位检测电极　3—搅拌槽　4—过滤网洗净喷嘴　5—过滤网　6—连接阀　7—搅拌槽排出阀　8—游离度记录器　9—液位变送器　10—测量阀槽出阀　11—测量筒　12—气缸　13—搅拌槽洗净喷嘴

在过滤周期终结之后，该装置用水和压缩空气清洗(C)。它

们由过滤网的下侧引入，从而洗净过滤网和冲洗干净纸浆试样。此后，再重复上述的动作周期。

1975年，日本本州生产了新型的在线游离度测量装置(Neo-freene型)，并在"岩淵工场"4号纸机（生产卷烟纸）上使用。长期使用的结果证明其精度高、效果好。构造如图15-27所示。动作原理有如下几个特点：

（1）把被测液取入搅拌槽内，稀释到数十倍；

（2）用空气搅拌，使纸浆均匀分散；

（3）通入一定量的压缩空气，使低浓纸浆均匀，在滤网上形成滤饼；

（4）在一定时间内测定通过滤网的滤液量。

该方法的优点是把纸浆浓度稀释了数十倍，故受温度及浓度变化的影响都很小，与CSF相比较，它有良好的相关性。

我国武昌电工仪器厂生产的打浆度测量仪如图15-28所示。其测量部分的动作过程如下：底部安装有滤网（100目铜网）

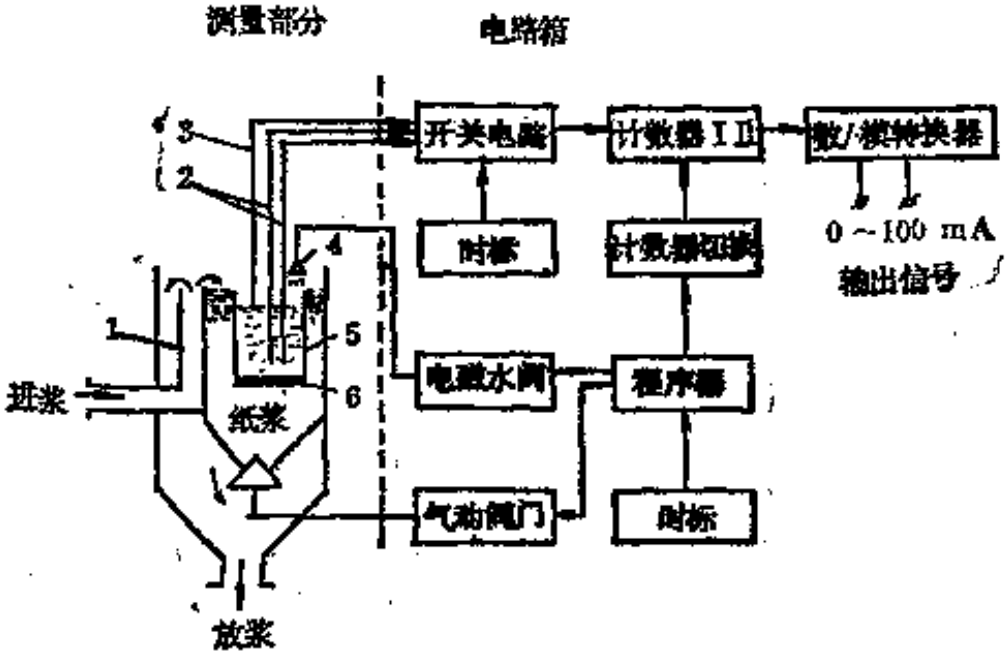


图 15-28　国产打浆度测量仪

1—进浆槽　2—始点电极　3—测量电极　4—喷水头　5—测量筒　6—滤网

的测量筒，悬置于稍大的采样筒内。采样筒下部开口处设有可以开启或关闭的气动阀门，由程序器控制交替地开启64 s 和关闭64 s。气动阀门关闭时，试样纸浆经进浆槽进入采样筒内，采样筒盛满后，多余的纸浆由边缘溢出筒外。此时置于采样筒中的测量筒被纸浆所包围，测量筒底部的滤网处于纸浆液面之下。由于液位差的压力作用，使纸浆中的水分渗过滤网进入测量筒内。测量筒内装有三支电极，随着水分渗透时间的增长，滤液液面逐渐上升，液面首先接触长短一样的两支始点电极，使之导电并触发开关电路，计数电路开始动作。当液面继续上升，再度触到测量电极时，又一次触发开关电路，使计数电路停止动作。滤液先后二次接触电极的时间间隔，由计数器计以数字值，再由数-模转换电路转换为电流讯号输出，作为打浆度的量纲。以上动作在64 s 内全部完成后，由程序器打开气动阀门，采样筒放出测量过的纸浆，测量筒悬空，过滤水流出，喷水头在程序控制之下喷水15 s，清洗滤网，经64 s 后，再作下一步测量。每经 2 min作一次测量。

（四）纸页和纸板水分测量仪表

间接连续检测生产过程中纸页水分的测量仪，可以分成三类：

1. 电气式，其水分是根据测量纸页的电气参数来估价的，例如电导仪、电容仪、电容电感仪；

2. 利用电物理特性的：如微波、红外线、核磁共振等；

3. 湿度计：该湿度计是测量紧靠着纸页的空气相对湿度，它取决于纸页的绝对湿度值。根据目前的发展，应用红外线和微波法来测量纸页水分得到了广泛的应用。

表15-16为纸页和纸板水分测量仪一览表。

1. 电容式水分计

这是应用最广的水分计。它的动作原理是以干物料和水的介电常数值相差很大为基础的。纸页在绝干情况下的介电常数ε值

表 15-16

序号	名　　称	测量原理	图号
(一)	电容式水分计	测量纸页和水的介电常数	
1	"罗沙"型水分计	相差很大为基础的(纸页ε=1.8～	图15-29,a
2	"吉格罗切斯尔"型	5.5，水ε=81)	b,c,d
3	"阿克瓦硕特"型		图15-30
(二)	电容电感式水分计		
4	Б3Ъ型水分计		图15-32
(三)	微波水分计		
5		①测量微波在穿过含水纸页时其功率的减弱程度	图15-33,a 图15-34
6		②测量微波在含水纸页表面的反射系数	图15-33,b
(四)	红外线水分计		
7	2235型水分变送器	根据红外线穿透与吸收的原理	图15-36,37
8	HEMI IR水分计	根据红外线穿透、反射与吸收原理	图15-38
9			图15-42
10	inframikⅣ型水分变送器	根据红外线反射与吸收原理	图15-39
11	B/MCENTUM系统水分变送器	根据红外线穿透、反射与吸收原理	图15-40,41

测量范围	产品型号和性能	国别	生产厂(公司)	备　注
2～12%	精度±0.5%	苏联		优点：结构简单、适应范围较广 缺点：受纤维形态、打浆度填料量、纸页紧密度等因素影响大
1～10%	精度±0.5%	联邦德国	伯-利德卡	
1～10%	精度±0.5%	美国	杭耶维尔	
5～50%	精度为绝对水分±1%	苏联		试验阶段
2～12%		日本	横河北辰	优点：受纸页定量和组分影响小，测量精度高，无接触测量； 缺点：温度影响较大
0～80%	"斯冈伯罗"型精度±0.3%	瑞典	斯冈伯罗	
0～25%	2235型精度0.25%	美国	麦梭莱斯	优点：受纸页定量纤维形式、填料量、打浆度的影响小 缺点：50℃以上时对指示数的影响大
0～75%	精度0.25%	美国	艾丘雷	
3～12%	GUH-101型	中国	佛山分析仪器厂	
0～40%	Inframik Ⅱ型，精度±0.25%	加拿大	山越尔	
		日本	横河	

为1.8～2.5。清水的介电常数ε为81。

电容式水分计中所用的主要测量线路：

① 谐振曲线侧面各点的测量。这个方法的基础是利用简单振荡回路的谐振曲线的形状。变送器就接在这个线路中（图15-29 b）。该回路的参数是这样选择的：在纸页不在变送器内，工作

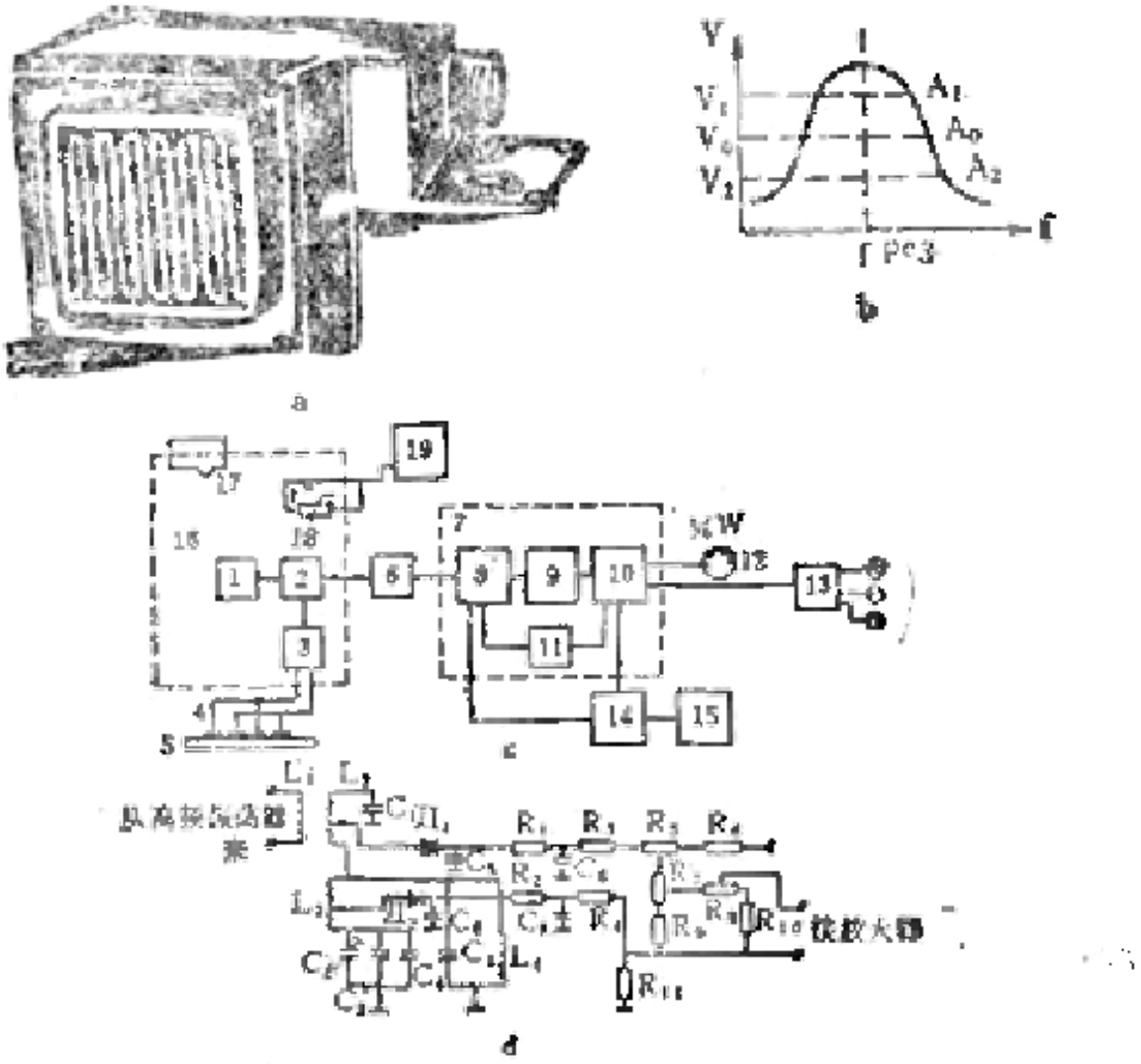


图 15-29 "罗沙"水分计

a—变送器 b—测量谐振曲线侧面各点数值的原理图

c—方框图 d—测量回路和比较装置的原理图

点A_0是处在与测量范围（A_1和A_2）相对应的变送器的电容极限值时谐振曲线的最斜点上。这样利用较高频带的谐振曲线的部分，因为由于水分的增加，被测回路的电容也随之增加，这时，工作部分就移向较低频率方向。

把变送器电容值的变化变换成为电流或电压的变化。这样的

测量线路在苏联“罗沙”型水分计和“吉格罗切斯切尔”型仪表中(联邦德国伯-利伯卡公司)得到了应用。图15-29 c 所示为“罗沙”型水分计的方框图。图15-29d所示为测量回路和比较装置的原理图。

② 桥式测量线路：这种线路在电容式水分计中应用很广。电桥有两种形式：根据零点测量方法的平衡电桥和利用直接读数方法的不平衡电桥。

在平衡电桥的线路中，测量值是利用滑线变阻器的触点达到桥路平衡时的刻度值来读数。在不平衡电桥的线路中，测量值是与不平衡电压成比例并根据联接在电桥对角线中的电气测量仪表的刻度来读数。美国的杭那维尔公司“阿克瓦硕特”型水分计就是这种线路（图15-30）。

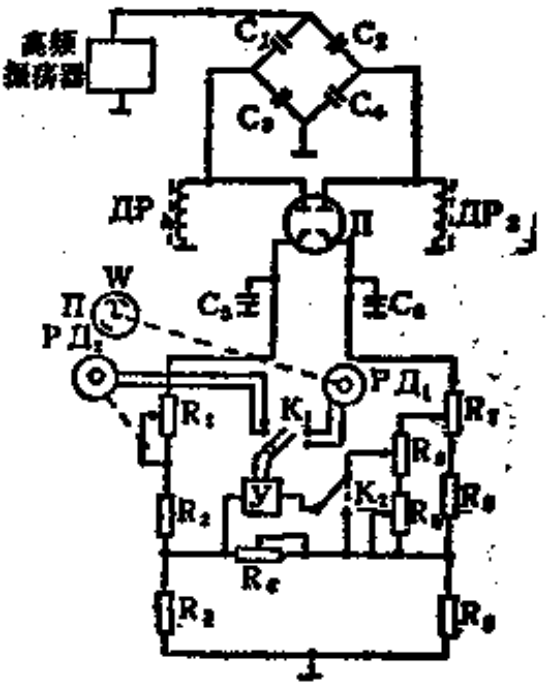


图 15-30 “阿克瓦硕特”型水分计的电气原理图

③ 拍频方法的测量：“吉格罗切斯切尔”型水分计（联邦德国伯-利伯卡公司)方案的方框图如图15-31所示。在这个方框

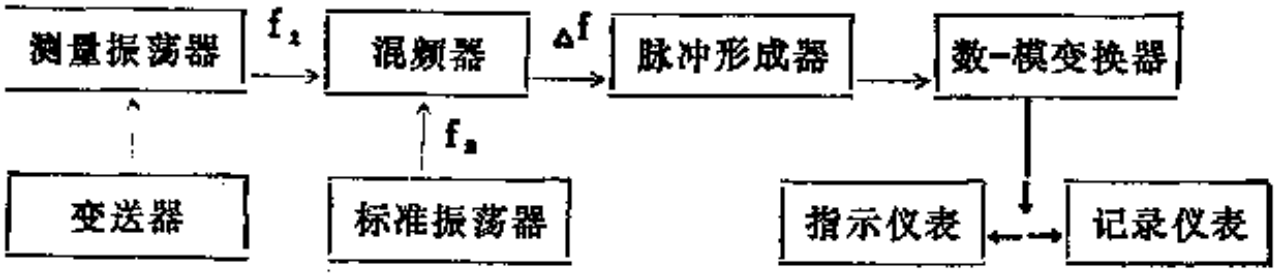


图 15-31 “吉格罗切斯切尔”型水分计方框图

图中，为了测量被测纸页的水分，采用了拍频方法。

2. 电容-电感式水分计

这类水分计的变送器多半是由带有电感和分布电容的高频振荡回路所组成的。图15-32所示为苏联B3Б型水分计原理线路图。这种水分计有一个桥式测量线路，其中一个L回路的桥臂就是水分变送器。当纸页进入到变送器的磁场中，6H7C三极管左边的阳极电流增大，因而破坏了电桥的平衡。水分指示器是

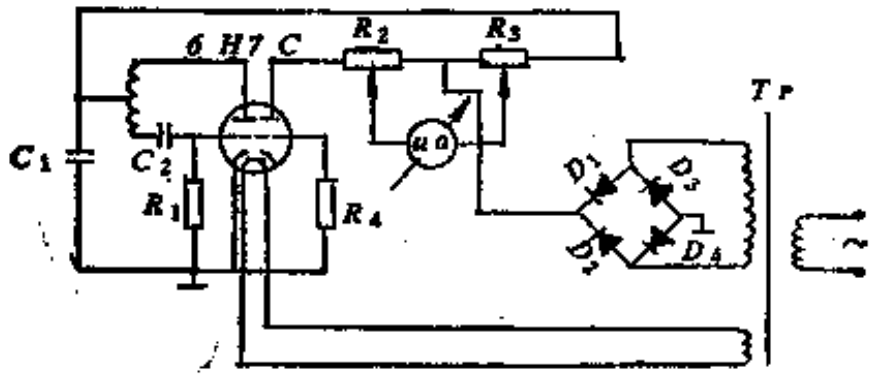


图 15-32 ВЭБ型电容—电感水分计的原理图

用测量桥路对角线中的微安表Ua。

3. 微波水分计

① 穿透式，如图15-33 a 所示，微波水分计的工作线路，

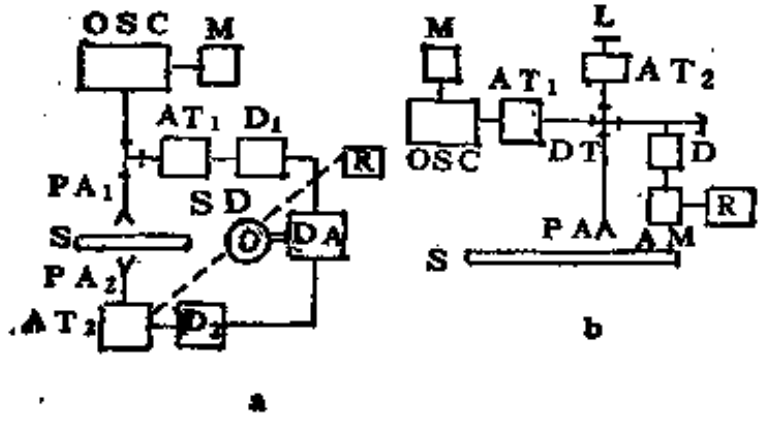


图 15-33 微波水分计

a—穿透式微波水分计方框图 b—反射式微波水分计方框图 OSC—微波振荡器 M—调幅器 AT—天线 D—检波器 PA—喇叭形天线 AM—放大器 DA—差动放大器 DT—四通接头 R—自动记录仪 SD—可逆电动机 S—纸页

是根据在自由空间中利用穿透电磁波的测量方法来完成的。微波振荡器OSC在反射速调管上所产生的微波振荡，是由低频调制器M来进行调制的。这种微波振荡沿着波导管进入到叉器O中，一部分的微波电磁能量进入含有衰减器AT_1和检波器D_1的标准波导网路中；另一部分的电磁能量，则被分到测量的波导网路中，从这里喇叭形天线PA_1被引至纸页s表面，这部分电磁波穿过纸页并进入到喇叭形天线PA_2中。在这两个波导通道中，由于检波，超高频的能量被分为低频信号，然后，该信号进入到差动放大器DA的输入端。这两个信号之差经过放大，并控制伺服电动机。当信号不平衡时，该电动机转动测量波导管的平衡衰减器AT并同时移动自动记录仪R的滑线电阻的滑块。

图15-34为日本横河北辰电机株式会社的微波式水分计。它

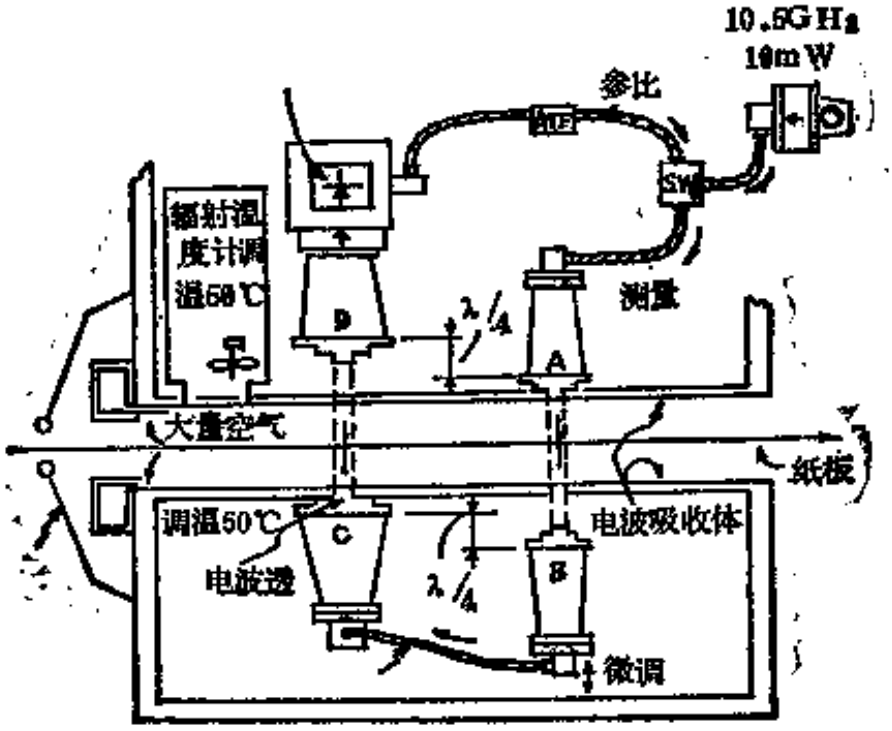


图15-34　日本横河北辰公司制造的微波水分计

采用了稳定性高的振荡器，频率为10.5GH_2，功率为10mW，由A到B和由C到D两次通过纸板，最后引至检测器，而成为测量

信号M。通过开关，直接引至检测器的参比信号R。由这两个信号的计算，最后可求出纸板的水分值。

该微波水分计的主要技术数据：

测量范围：定量500～1000g／m^2时，水分 2 ～12%；

测量面积：76mm×120mm

通道变动：± 2 mm；

环境温度：0 ～50℃（距离纸10cm）；

防止结露：

① 测量气隙用空气清扫；

② 检测器用加热温度控制。

具有定量补偿和温度补偿；

定量信号：用β射线厚度计测量；

温度信号：用辐射温度计测量

该微波水分计的特点为：

① 与纸板（纸页）非接触式测量；

② 用温度变送器对温度进行补偿；

③ 整个变送器被电波吸收体进行乱反射及外来电波的影响可消除。

② 反射式：按反射原理工作的微波水分计的方框图如图18-73b所示。从微波振荡器来的微波能量进入到四通接头DT，其中一路供给引至纸页表面的喇叭天线PA，另一路引至标准负荷L（金属镜子或者一般带有活塞的波导管）。喇叭天线的超高频能量引向纸页表面，从这里反射出来并又回到天线中，然后在DT中它和从标准负荷反射回来的能量进行比较，所合成的信号进入到检波器中，并由测量放大器AM进行放大。测量结果由自动记录仪R进行记录。这时一般是利用测量幅值的方法。反射表面的不光滑度对测量结果有很大的影响。此外，只能在纸页的表面层进行测试而且不可能得到关于它全部水分的信息，这一缺点限制了它的使用，但它的优点是将微波接收-传送系统放在被测物料

一侧。

4. 红外线水分计

近年来，人们对根据含水物料对红外线的反射或者吸收的原理而制成的水分计予以重视。水分子对波长为1.2～1.5，1.8～2；2.5～3和5～8μm的红外线的吸收量很大。红外线的能源可以使用钨丝灯泡，利用狭带的光涉滤光器或者简单的单色器（滤光器比它更好些）就可分出所需的波长。

目前生产的水分计是比较吸收红外线光谱中某些不同波长的电磁波。如图15-35所示，通常是将带有被水分子所吸收的波长为

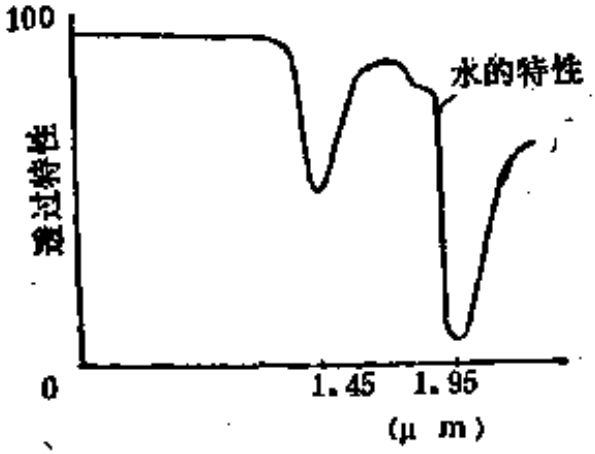


图 15-35 红外水分变送器吸收谱

1.94μm的射线能量和水对它没有影响的标准射线能量进行对比，这标准射线的波长范围为1.7～1.8μm。因为被比较的射线是在同样的途径中进行的，所以由接收装置所捕集到的能量比例就是纸页水分的函数。可以认为，纸页吸收两个波长的红外线的程度是相同的，这样的线路在很大程度上可以清除被检测纸页的定量、纤维形式、填料量、打浆度及其他可变因素对测量结果的影响。

根据红外线穿透或反射与吸收的原理制造的水分计，在纸页定量为7～380g／m²范围内能保证测量水分的高精确度。好的红外线水分计样机的基本误差为0.5～1%。红外线水分计对于高温是敏感的。当周围空气温度高于50℃时，有的公司推荐用24～25℃的2 l/min的清洁水对仪表进行冷却。纸页的光学特性对这种

水分计的工作也有很大的影响。例如，纸页白度降低会引起附加误差0.8%。不透明度、平滑度和光泽都可能把附加误差提高到2%。

现在，许多国外公司都致力于红外线水分计的研制工作，同时，广泛提出了对红外线水分计高精度的要求并尽可能地利用它来测量纸页水分，其测量范围为0～80%。

① 美国麦梭莱斯(Measurex)公司生产的红外线水分计：图15-36为该公司生产的2001系统，2235型红外线水分变送器。它可以在线地连续测量运动着的纸页水分。由于它采用了专利权的透镜，故纸页的定量、组分或水分层的变化对测量值均无影响。

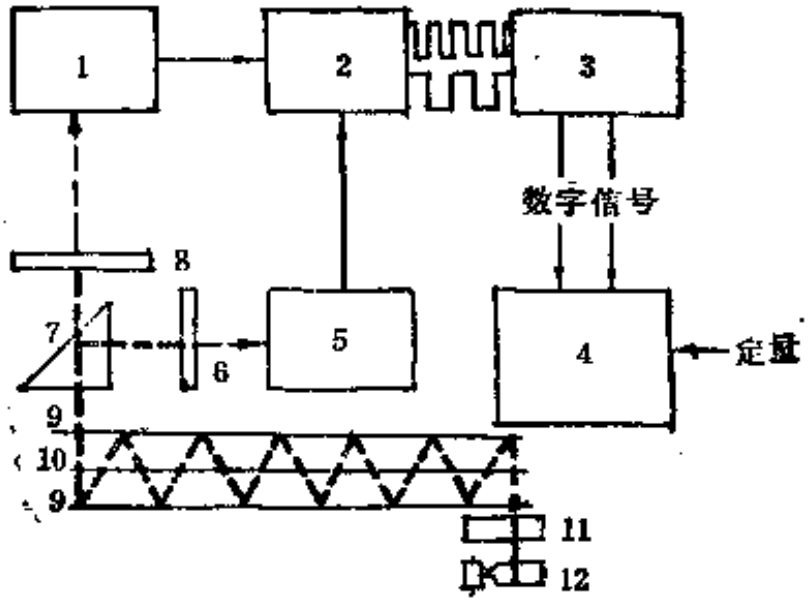


图 15-36 2001系统2235型红外线水分变送器

1—检测器 2—电压-频率变换器 3—脉冲计数器 4—电子计算机计算的水分测量值 5—检测器 6—1.7μm滤光器 7—分光镜 8—1.9μm滤光器 9—反射面 10—纸页 11—斩光器 12—红外线光源

其工作原理：由红外线射源传出来的脉冲能量，在它射向分光镜之前，由于光束几次通过纸页而在两个反射面之间进行聚束。分光镜把单向光束分解成两路独立的光束，分别引向变送器内的

两个检测器，然后放大、数字化、计数并送到计算机内进行译码。为消除由于温度变化引起的任何飘移，检测器温度被控制在±0.005℃。

计算机决定了标准波长和通过水分的波长的灵敏度之间之比，并且它和定量变送器的测量值一起，把结果变换成水分的百分含量。

测量范围：对于488g／m^2的纸页为0～25%；

重复性（均方差）：按内部标准，为绝对水分的0.05%；

精度（均方差）：按袋装试样为绝对水分的0.25%；

反应时间：40ms；

最大介质温度：100℃；

自动标准化：两点标准化——计算机控制

测量面积：纵向5.08cm×横向1.27cm

图15-37为该公司生产的2002系统的2258、2259和2260型红外线水分变送器。它的结构除了采用音叉斩光器代替2001系统的

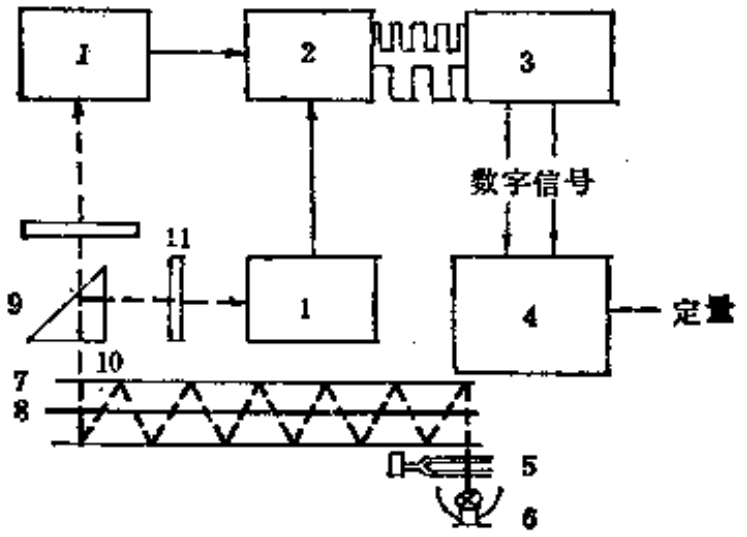


图 15-37　2002系统2258、2259及2260型红外线水分变送器

1—检测器　2—电压-频率变换器　3—脉冲计数器　4—电子计算机计算出来的水分测量值　5—音叉斩光器　6—红外线源　7—反射面　8—纸页　9—分光镜　10—1.7μm滤光器　11—1.9μm滤光器

转盘式斩光器外，其他结构均相同。这样2002系统就没有可动部

分，将会更为可靠，并且使用寿命更长。

② 美国艾丘雷（AccuRay）公司生产的红外线水分计

如图15-38为该公司生产的穿透反射型HEMI IR水分计。它将水分变送器与软件结合起来获得良好的效果，尤其是用于纸机压榨部出口等处纸页高水分含量的地方。

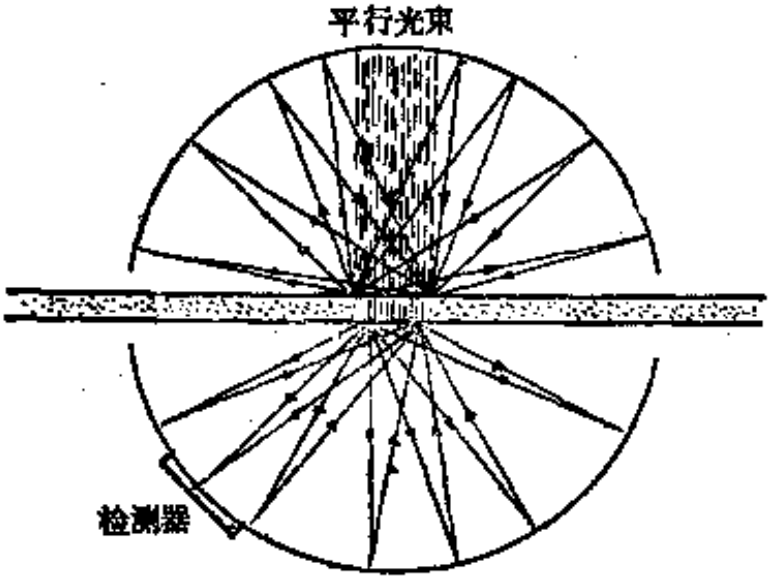


图 15-38 穿透反射型HEMI IR水分计

测量范围：水分0～75%

精度：为绝对水分的0.25%或纸页水分的2%以上

变送器工作温度：105℃

③ 加拿大山戴尔（Sentrol）公司生产的红外线水分计：

图15-39为Inframik Ⅲ型低水分变送器检测头的结构图。它采用吸收1.94μm和1.81μm红外线能量的反射型变送器，对于散射光用积分球集光以测量出微少的水分变化，而不受定量的影响。

测量范围：对于2.5～50kg/900m²，为0～40%；

精度：±0.25%水分或水分读数值的2%以上；

灵敏度：大于±0.1%水分；

稳定性：12h内第二次数值低于±0.25%水分；

自动标准化，每小时一次。

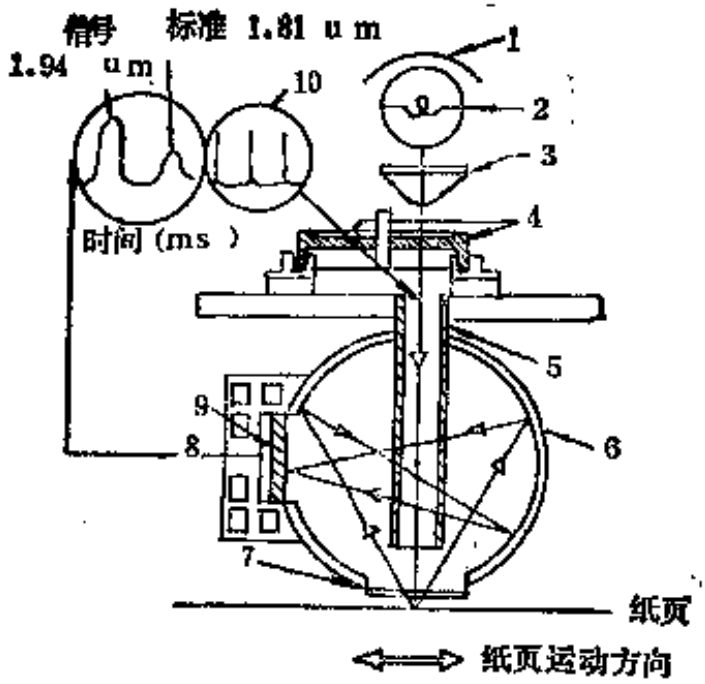


图 15-39 Inframik Ⅲ型低水分测量计的变送器检测头结构

1—反光器 2—红外线灯泡（GECM12型） 3—透镜 4—滤光器
5—光通道 6—积分球 7—石英窗口 8—硫化铅电池输出信号
9—硫化铅电池 10—滤光盘输出信号

④ 日本横河北辰电机公司生产的红外线水分计：

横河北辰电机公司10多年前生产定量变送器，以后采用非接触的红外线方式进一步生产水分变送器.约10年前开始生产 B/m 计。经发展把B/m-700、B/m-1000变成 B/mCENTUM。B/MCENTUM系统按其规模可分为三种标准系列：

B/M CENTUM F 彩色显示

B/M CENTUM E X-Y记录仪

B/M CENTUM D 大规模彩色显示

A.低水分变送器，图15-40为其测量头结构图，它用 1.8μm 和1.94μm二种波长红外线，消除对受光元件硫化铅（PbS）的水蒸汽干扰，这种测量方法简单，基本上不用标准化。而对于光源和电气回路的信号偏差可进行标准化的校正。硫化铅元件装设在冷却装置内。要经常控制温度，保持其恒定。

B.高水分变送器：图15-41为高水分变送器测量头结构图，

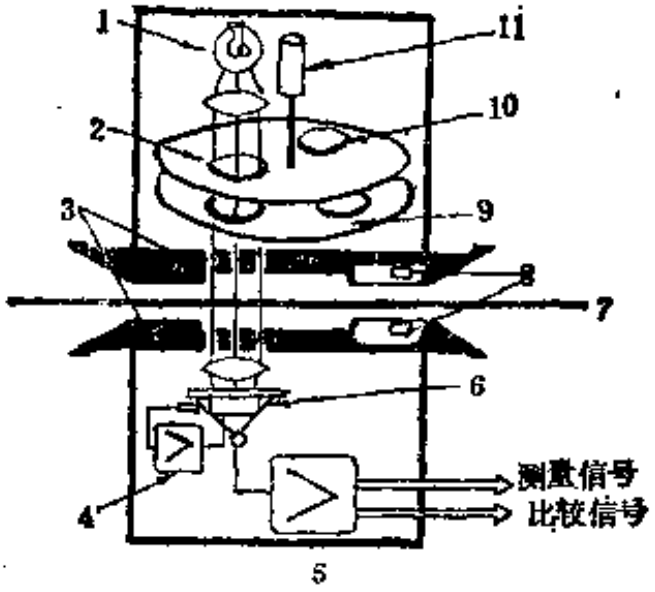


图 15-40　低水分变送器测量头结构图

1—电源　2—1.94μm金属干涉滤光片　3—恒温用加热器　4—温度控制回路　5—检测放大器　6—PbS受光元件　7—纸页　8—空气滑静　9—自停机构　10—1.84μm金属干涉滤光片　11—电动机（50Hz，1500r/min，60Hz，1800r/min）

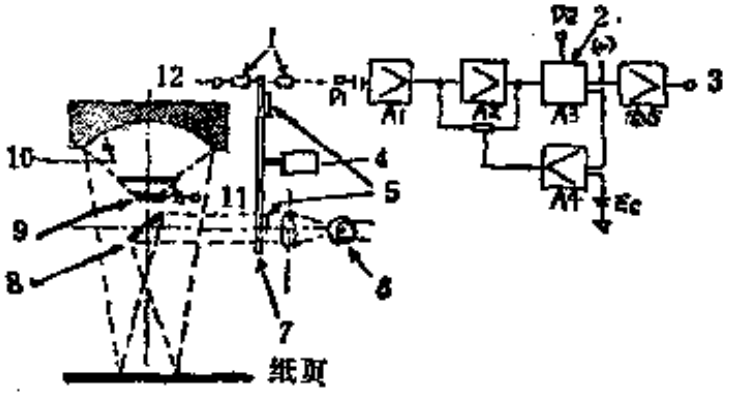


图 15-41　高水分变送器测量头结构图

1—同期检测器　2—同期放大器　3—接变换器　4—周期电动机　5—干涉滤光片　6—光源　7—斩光镜　8—反射镜　9—PaS受光元件　10—反射镜　11—接D_1　12—接D_2

它是一种反射型红外线水分变送器，为非接触的测量方式，可以装在烘干部前面，测量范围广，可在350mm长的光路范围内变

动，可用空气清扫变送器窗口，防止结露。

⑤ 我国试生产的红外纸张水份连续测定仪：由我国广东省测试分析研究所承担，佛山分析仪器厂协作研制了GUH-101型红外纸张水份连续测定仪，其变送器如图15-42所示。

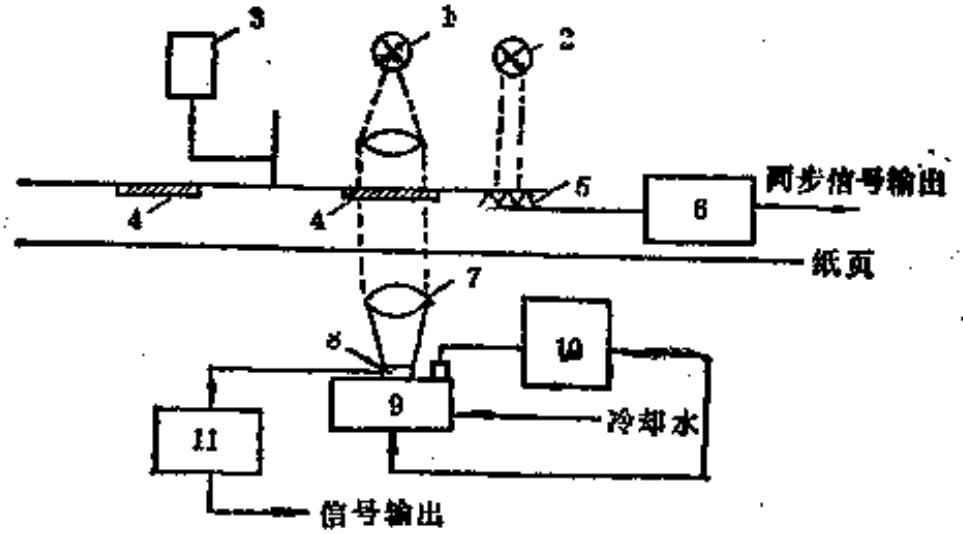


图 15-42 CUH101型红外水分计变送器方框图

1—红外光源 2—同步光源 3—同步电机 4—滤光片 5—光敏二极管 6—射极跟随器 7—聚光器 8—PbS受光元件 9—致冷器 10—控温电路 11—前置放大器

红外光源是一个12V100W的卤钨灯泡。滤光片安装在一个圆盘上，用同步马达带动，通过皮带传动减速，转速为1800 r/min；1.94μm和1.81μm两个滤光片交替地在光束中切过，透过滤光片的辐射功率仅是这两个选择波长频带内的能量。

该仪表两年多的不断改进、完善，和一年多连续运行表明，仪表性能良好，主要技术指标能满足使用要求，现在，该仪表已通过鉴定，可进行小批量试生产。

该仪表的主要技术指标如下，

测量范围

相对水分（含水率）：3～12%（适用于51g 纸/m^2）

绝对水分（含水量）：1.5～6.5g水/m^2（适用于40～100g 纸/m^2）

精度：基本误差≤±0.5%含水率

稳定性：每24h漂移不超过基本误差

分辨率：0.2%含水率

反应时间：<5 s

工作条件：　探头：+10°C～+55°C　放大器：+5°C～+45°C

（五）纸页定量测量仪表

当放射线透过物质时，由于散射、吸收等的作用而衰减。利用这种衰减特性而研制成工业用的非接触法的测量纸页定量的仪表，早在50年代初已在欧美等国开始使用。

这种仪表采用了穿过纸页或从纸页反射的β粒子流的减弱原理。如（15—5）式所示：

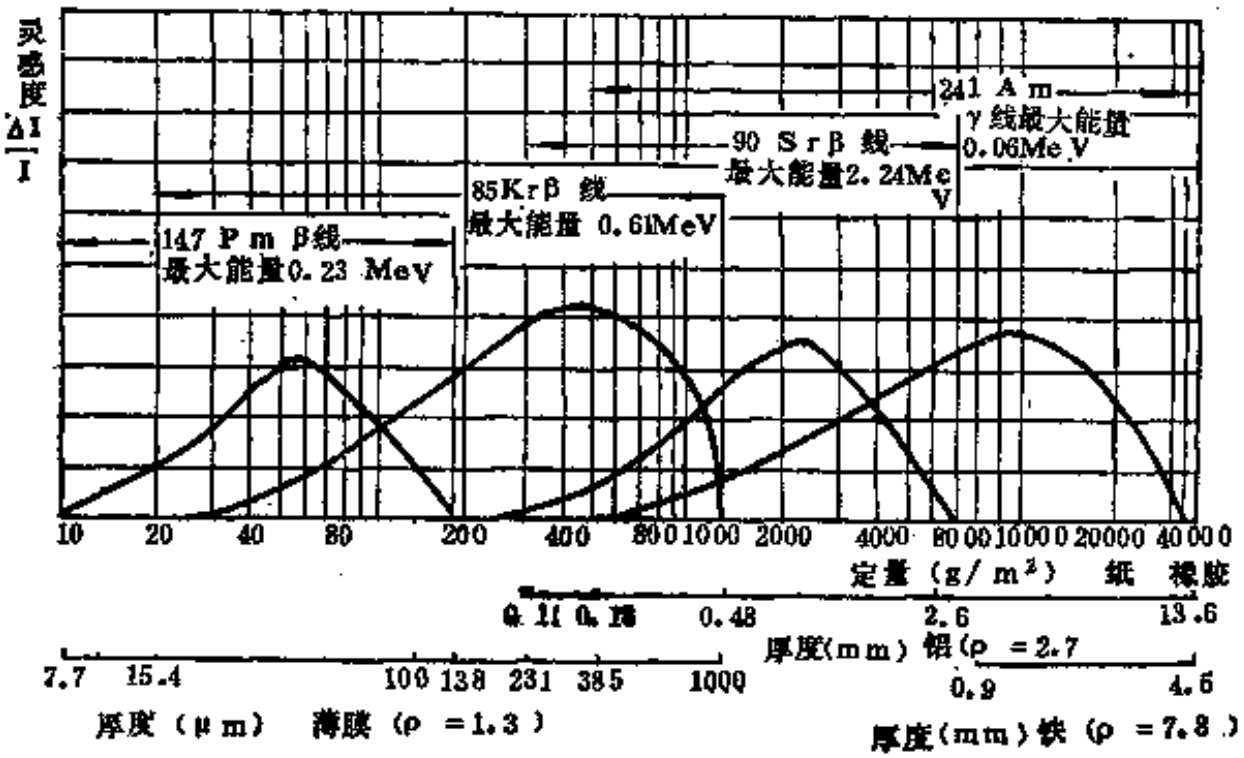


图 15-43　各种射源测量范围与最大灵敏度的关系

$$I = I_0 e^{-\mu \rho x} \qquad (15—5)$$

式中 I——射线穿过物质的检测器的输出值；

I_0——射线未穿过物质前的强度；

μ——根据放射线的能量与被穿透的物质来决定的物质固有的质量吸收系数（m^2/g）；

ρ——被穿透物质的密度（g/m^3）；

X——被穿透物质的厚度（m）；

ρX——纸页的定量

通常，使用的射源种类与定量的关系如图15-43所示。射源的技术数据如表15-17所示。

表 15-17　　射源技术数据

射　源	氪85 (Kr85)	锶90 (Sr90)	镅241 (Am241)	钷147 (Pm147)
半衰期（年）	10.6	29	456	2.6
使用年限（年）	15	41	∞	
射线型式	β	β	γ	β
气隙（cm）	1.27	3.8	2.5	
测量面积（直径）（cm）	5.1	6.1	2.5	
能量电平（MeV）	0.61	2.24	0.0596	0.23
衰减率（PPT/月）	3.39	1.94	0.1	
射源强度（GBq）	1.85	2.59		

注：PPT/月—每月千分之几。

① 美国艾丘雷公司生产的定量变送器：表15-18为该公司生产的纸页定量变送器。图15-44为Accukay的纸页定量变送器的结构图。

② 美国麦棱莱斯公司生产的纸页定量变送器，图15-45所示为该公司生产的数字2201型定量变送器的结构图。

其规格为：

表 15-18　　Accuray纸页定量变送器

性能		变送器的种类		
		TLK-5L	TLK-6	TLS-1
		射源Kr85 50mci 测量气隙 1.27cm	射源Kr85 500mci 测量气隙 1.27cm	射源Sr90 70mci 测量气隙 3.81cm
定量测量范围		8～1050g/m²	32～1050g/m²	73～5867g/m²
精度		±0.1%以内		
稳定性		±0.001%以内/℃		
外扰影响	通道变动	可忽略		
	变送器的粘污	可忽略，每30min自动校正一次，以消除粘污的影响		
	组成份	可忽略		
	测量气隙温度变化	可忽略。由于采用特殊的通风机，可将测量气隙温度保持在±1.7℃以内	可忽略，用变送器内部温度控制器，调整到与周围测度相适应	可忽略。用变送器内部温度控制器调整到与周围温度相适应

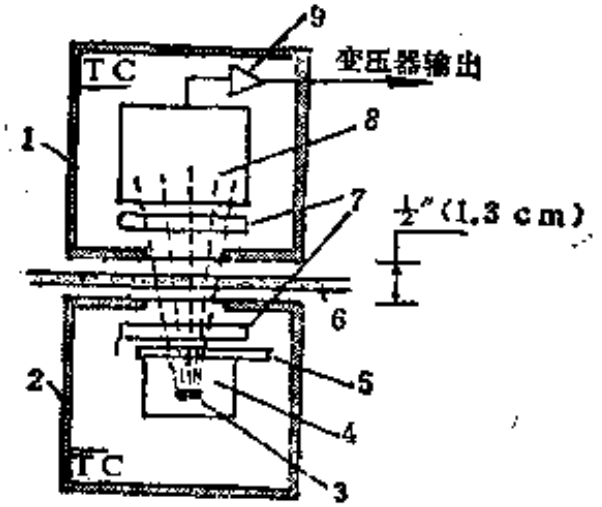


图 15-44　美国艾丘雷公司生产的纸页定量变送器

1—检测头　2—射源头　3—Kr85射源　4—β射线　5—闸板　6—纸页成纸板　7—微调元件　8—电离室　9—超高阻抗前置放大器

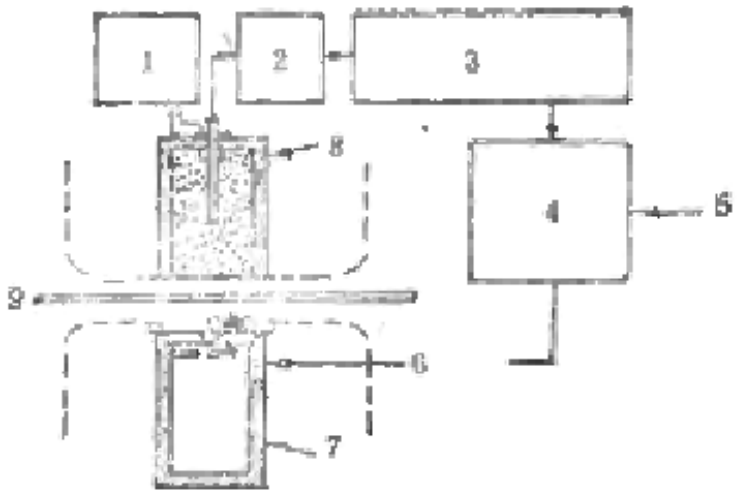


图 15-45　数字2201型定量变送器的结构图

1—电源　2—放大器　3—电压频率转换器/脉冲计数器　4—电子计算机计算的定量测量值　5—气隙温度　6—控制闸板插入标准试样　7—射源　8—检测器　9—纸页

测量范围：10-750g/m²（采用Kr_{86}射源）；

精度（均方差）：读数的0.1g/m²或0.25%；

反应时间：10ms；

介质温度：小于100°C

自动标准化：有专利权的三点标准化。

③　加拿大山戴尔公司生产的纸页定量变送器：图15-46为该公司生产的β计Ⅱ型纸页定量测量仪检测头结构图。其特点为气隙约0.3cm，电离室的窗口取15cm，这样对于射源能量在大的范围内发生散乱的β射线可以捕集得更多。

测量范围：0～17kg/900m²

介质温度：80°C；

长期漂移：12h0.1kg/令纸

自动标准化：每小时一次

④　日本横河北辰电机公司生产的纸页定量变送器：图15-47为该公司生产的定量变送器。上、下测量头之间有狭窄的空气隙，为8.5mm，故空气柱的影响较少。测量室附着的纸粉用吹风方法清除。测量气隙和变送器检测头、电离箱等保持在65℃。

电离室输出作用横河生产的放大器，并把模拟变换器进行直接测

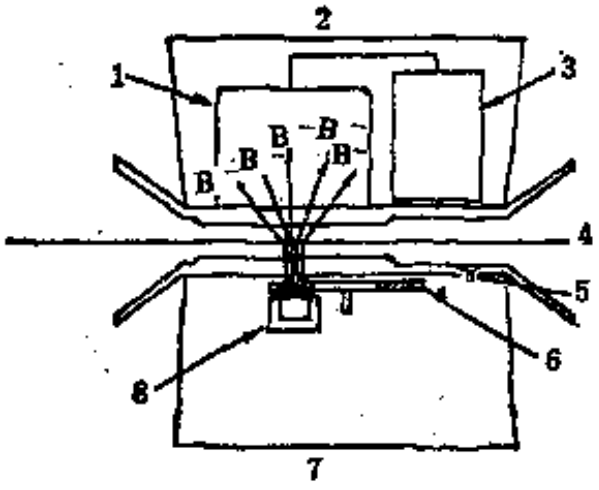


图 15-46 β计Ⅱ型纸页定量测量仪检测头结构图

1—电离室 2—检测头（密封式） 3—电子箱 4—纸页 5—温度计 6—标准器 7—射源头（密封式） 8—射源

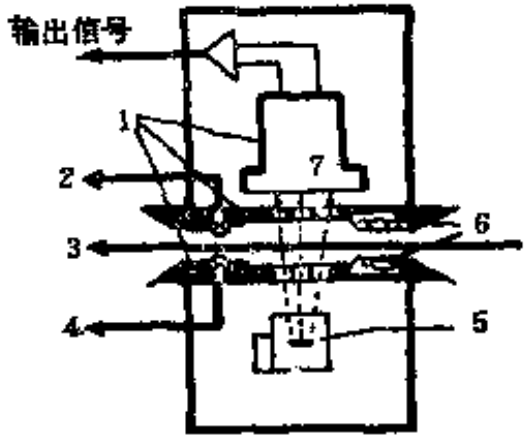


图 15-47 日本横河北辰电机公司生产的纸页定量变送器

1—恒温用的加热器 2—上部温度信号 3—纸页 4—下部温度信号 5—射源 6—空气清净 7—电离室

量，用计算机对测量头进行校正。

⑤ 瑞士HMB摩里一巴比利 (Muller-Babieri) AG公司生产的定量水分计：瑞士的定量水分计从1959年开始在市面上出售。在欧洲市场已销售了几百台。原是手工精制多些。近年来，随着电子计算机控制的需要，也多采用黑白图形显示器和在线的8080计算机，对分区控制和车速变更控制等的软件采用了标准化。如图15-48所示，采用了氪85（Kr85）测量射线和标准射线，构成平衡电桥回路，对上、下测量头的偏移进行校正，上，下测量头气隙为 7mm，用吹风法清除纸粉。

⑥ 奥麻特 (OHmart) 公司生产的定量变送器：这种仪表已在美国国内使用，日本和瑞士的HMB也有所引进，它适用于中小型控制系统。图15-49为该系统将微处理机引入的黑白色图形显示器中的控制盘。

该系统的分类如下，

Webart-1000定量测量

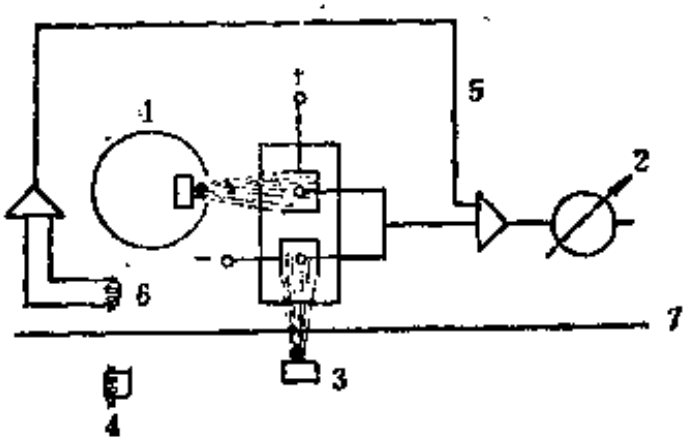


图 15-48 HMB AG公司生产的定量水分计

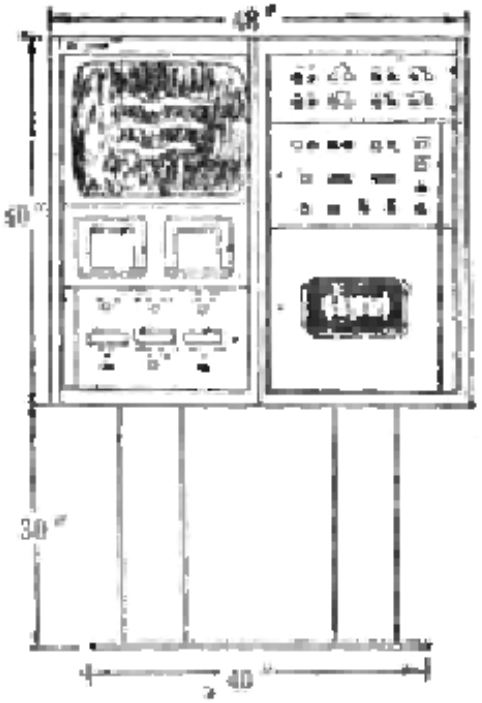


图 15-49 微处理机引入黑白色图形显示器中的控制盘

1—标准射源 2—上定量检测信号 3—射源
4—振荡器 5—气隙补正 6—气隙测量

Webart-2000定量测量及其控制

Webart-3000水分-定量测量及其控制

Webart-5300水分测量

该定量变送器是用氪85（Kr85）的穿透方式，用微处理机对框架的气隙进行修正。其测量范围为10～500g/m²，精度为0.2%，被测面积ϕ19mm以下。水分计的测量范围为2～10%（红外线穿透方式），精度为±0.25%。

⑦ 伯-利伯克（Paul Lippke）定量变送器：如图15-50为联邦德国生产的这套产品的系统图，其结构简单，历史悠久。该变送器的射源为氪85（Kr85）或锶90(Sr90)，斜角反射，用两个电离室检测。为了补偿微弱的能量，把计数率加长，加大时间常数。

⑧ 苏联的PPB-64型定量测量仪：苏联生产的PPB-64型仪表(图15-51)的结构和动作原理如下：这种仪表包括变送器、扫描装置和控制盘。纸页1(图15-51d)通过射源2和测量头3之间

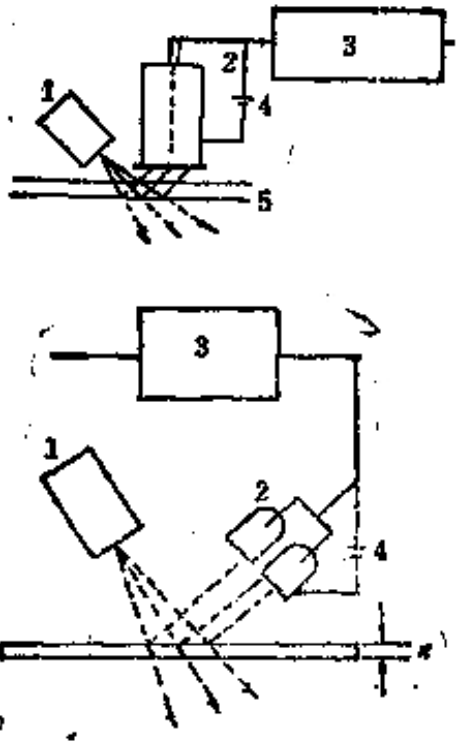


图 15-50　利-伯利克定量变送器

1—β射源　2—盖勒管　3—频率-电压变换器　4—高压电源　5—纸页

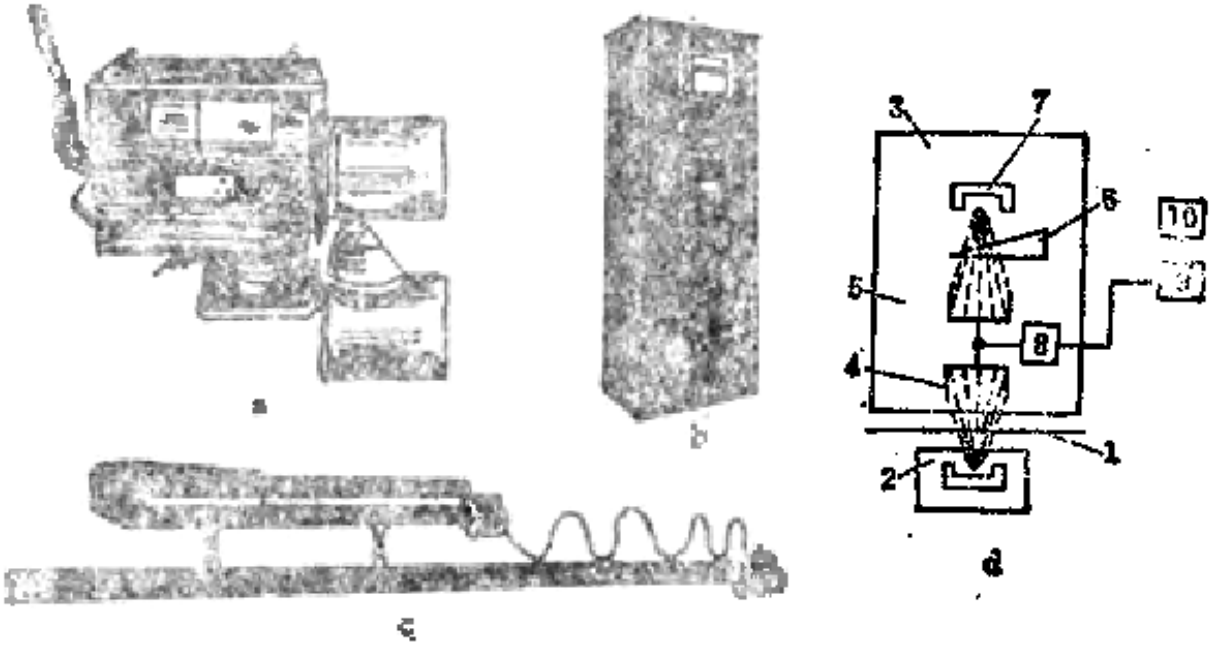


图 15-51　PPB型纸页定量测量仪

a—变送器　b—控制盘　c—扫描装置　d—方框图

1—纸页　2—工作射源　3—测量头　4—工作的电离室　5—补偿的电离室　6—射线定值器　7—补偿射源　8—电表　9—相敏放大器　10—电子电位差计

的间隙，遮盖了作用于电离室的放射性射线流，结果电离室的离子流的大小，就随着纸页定量的变化而变化。放射线对纸页的衰减程度，是由补偿的电离室5来决定的。它的离子流对于一定的纸页定量是用遮盖从补偿射源7来的射线的定值器6来调整为恒定的。两个电离室的集电极与电表8中总负载电阻相连接，在电表8中进行变换并把从电极上取下的电流差进行前置放大。

如果纸页的实际定量与在补偿室中所调整的离子流的给定值相适应，那么，在工作室4中离子流和在补偿室5中的离子流相等，因而两室集电极上没有电流差，电表8输出端就没有信号。当实际的定量与电离室的集电极上的给定值有偏差时，则产生了和偏差相同符号的电流差。从电表8来的信号进入相敏放大器9，在这里进行放大和检波，检波的输出端接到电子电位差计10中。

⑨ 我国试生产的Scs-35β型β射线纸页定量连续测定仪：由我国广东省测试分析研究所承担，和江门化工仪表厂共同研制的Scs-35β型β射线纸页定量连续测定仪，是由放射源盒、探头和二次仪表组成，如图15-52a所示。放射源采用钷147(Pm_{147})。探头用电离室。二次仪表为振动电容静电计，如图15-52b所示。

该仪表的主要技术指标为：

1. 测量范围：20～100g/m²；
2. 测量灵敏度：不低于±满刻度为被测物定量的±10%；
3. 统计误差：≤被测物定量的0.3%；
4. 重复性：≤统计误差；
5. 反应时间：≤5s；
6. 工作环境温度：探头最高55°C，仪器最高45°C；
7. 稳定性：≤被测物定量的±0.5%/8h。

目前，该仪表已通过鉴定，小批量生产。

（六）纸页水分和定量的联合测量仪

近年来，同时自动测量纸页和纸板水分以及定量的仪表，已

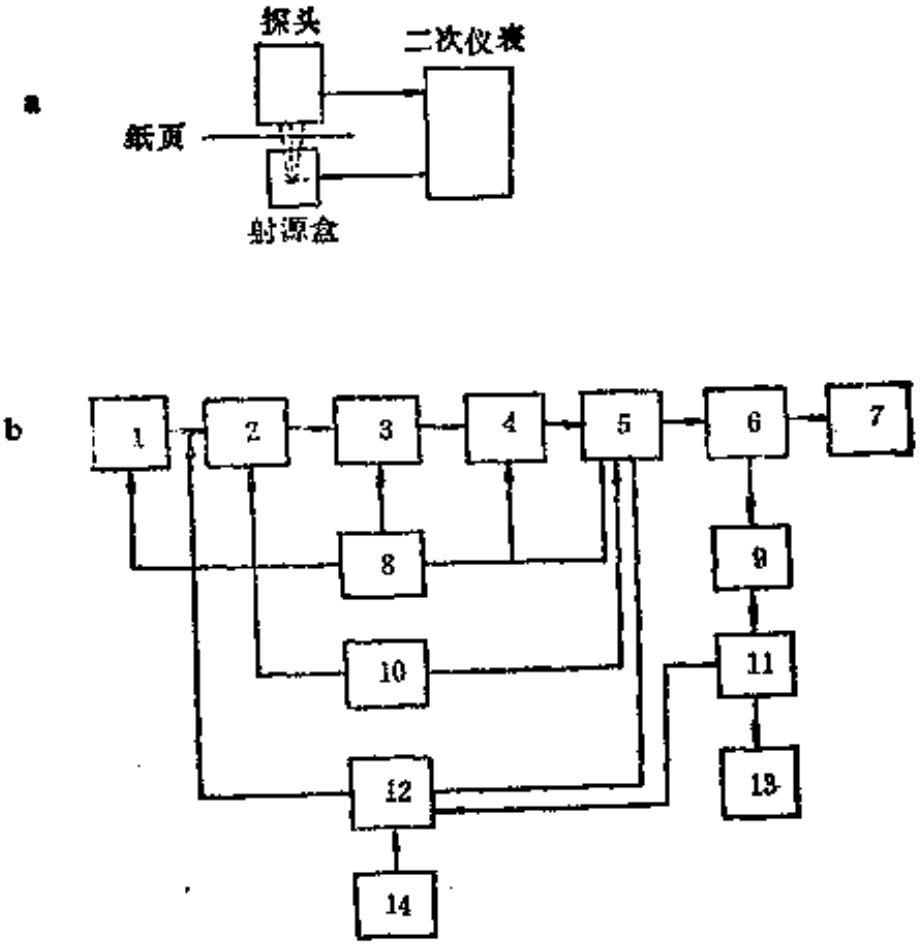


图 15-52 Scs-35β型张页定量测定仪及振动电容静电计

a—Sc-35β型张纸页定量连续测定仪 b—振动电容静电计方框图
1—探头 2—调制器 3—前置放大器 4—主放大器 5—解调器 6—灵敏度调节 7—超差电路 8—电源 9—显示器 10—振荡器 11—自动调零放大器 12—反馈温度补偿调零 13—记录仪 14—标准电源

越来越多地被采用。这种联合式仪表可以提高测量这两个参数的精度。大家知道，定量的波动对测量水分的指示值影响很大，反之，水分的波动对测量定量的指示值也有影响。这种相互影响可以用联合测量的方法来消除。在这种联合测量方法中，水分计的指示值是引入定量测量仪来校正水分含量的，而纸页定量变送器的指示值是供自动校正水分而引入该水分计中。因此，这个任务就归结为同步测量纸页定量和水分并求解水分计输出信号α和定量测量仪的输出信号β的联合方程式的问题：

$$G_C=G(1-W)=G-G_B; \qquad (15—6)$$

$$\alpha=f_1(G,W)=f_3(G_o,G_s) \qquad (15—7)$$

$$\beta=f_2(G) \qquad (15—8)$$

式中 G和W——纸页定量和水分；

G_o和G_s——纸页干物质含量和一平方米中的水分。

信号的同步化大多数在结构上是将水分计和定量仪的变送器都安装在一个活动托架上来保证的。完成这种方法的功能方框图如图15-53所示。根据这样的线路所研制的测量水分和定量的联合测量仪有PB-612/QM-42型(联邦德国伯-利伯卡公司)；58型(瑞士缪勒尔-别尔别里公司)，BM型(日本)等等，其水分测量范围为2～12%，水分的基本误差为绝对水分的±0.2～0.5%。定量的基本误差为测量上限的1%。采用联合测量仪除了提高测量纸页定量和水分的精度之外，还有可能利用不复杂的逻辑装置（减法线路）来计算出纸页横向“干的”定量的变化曲线和纸页纵向“干的”定量的平均值。

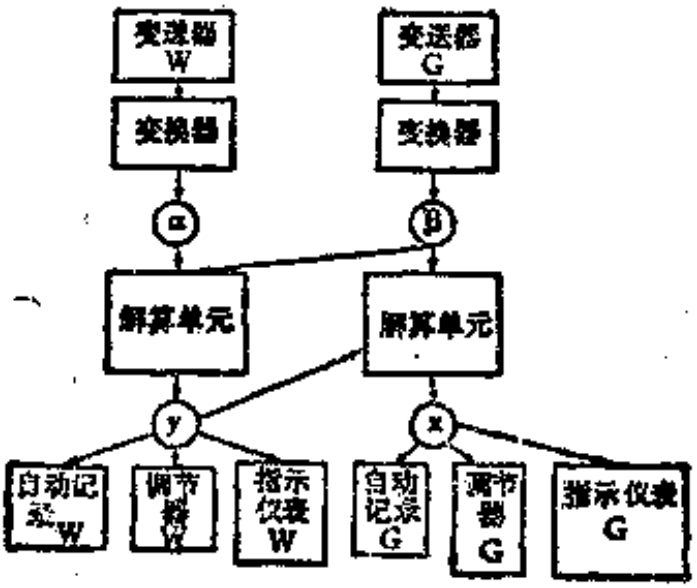


图 15-53 纸页水分和定量联合测量的功能方框图

图15-54为加拿大EAC（现为Sentrol）公司生产的带有联合测量头的扫描装置。

（七）纸页和纸板厚度测量仪（厚度计）

电感式厚度计目前用得较广，主要有如下几种产品：

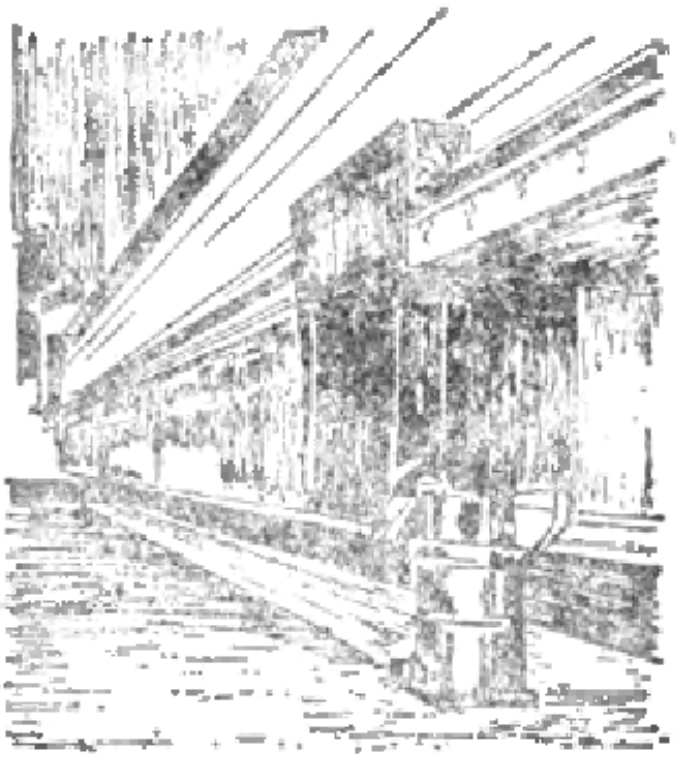


图 16-54　EA公司(加拿大)纸页水分和定量联合测量仪
中带测量头的扫描装置

① 美国EAC(现为Sentrol)公司生产的纸页厚度计：该公司生产的“卡里切里”型仪表得到了广泛的应用。这种仪表适用于车速为750m/min的纸机。其测量原理是：当扼流圈回路的间隙变化时也就是纸页厚度发生变化时，其磁阻也发生变化。该变送器(图15-55a)是由在山形铁芯1绕上绕组2的扼流圈所组成。这个铁芯放在纸页3之上，纸页也沿着板状的第二部分铁芯4移动。因此，磁力线是从铁芯上部通过纸页而到铁芯的下部。沿扼流圈流经的电流，与磁路的磁阻成比例，同时，该电流又与纸页厚度成比例。此电流的大小是用刻度为微米的仪表进行测量。“卡里切里”型仪表变送器(图15-55b)安装在扫描装置上，这样就保证了有可能用双座标自动记录仪表来记录纸页横向的厚度。纸页厚度对给定值的偏差信号可以用来自动调节厚度，例如在压光机之前用吹气方法来调节纸页厚度。

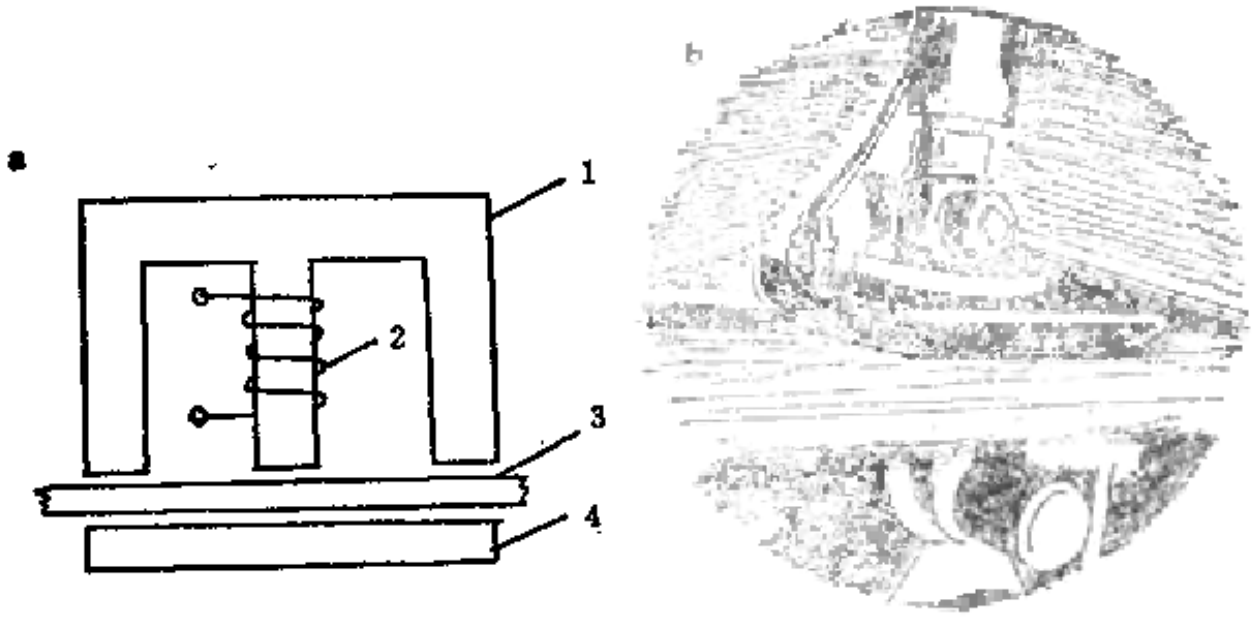


图 15-55　厚度计简图

a—电感式　b—“卡里切里”厚度计测量头

1—山形铁芯　2—绕组　3—纸页　4—板状铁芯

②　美国艾丘雷公司生产的纸页厚度计：该公司利用同样的原理制成相似的纸页厚度变送器如图15-56所示。利用纸页厚度变化检测出磁性线圈和固定参比板之间间隙的变化。该变送器的技

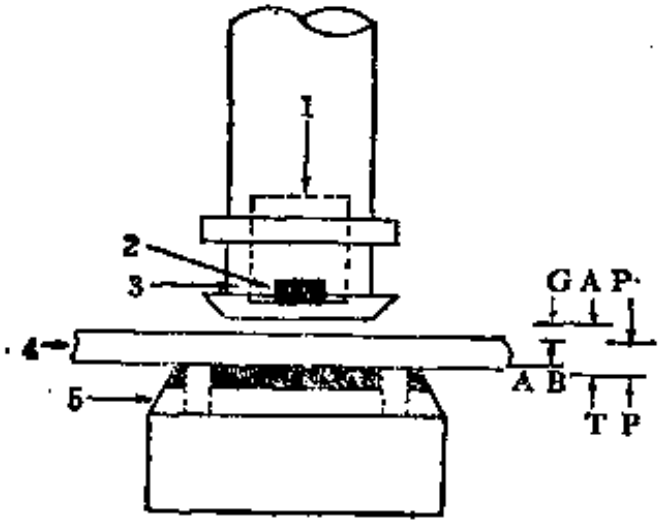


图 15-56　艾丘雷公司生产的纸页厚度计

1—气压　2—变送器　3　检测头　4—纸页　5—固定参比板

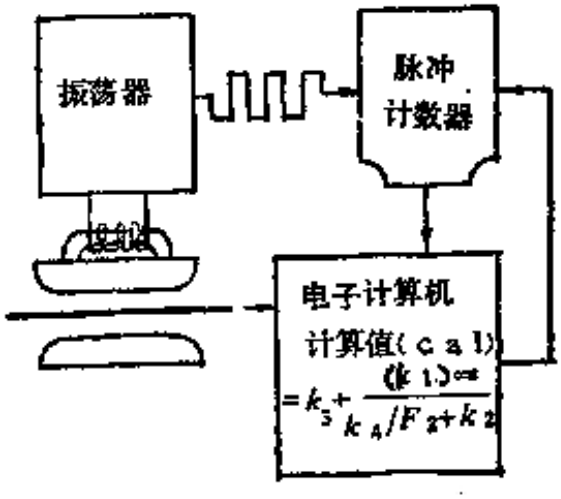


图 15-57　麦梭莱斯公司生产的纸页厚度计

术特性如表15-19所示。纸页与一侧轻轻接触，则其间隙为AB。

③ 美国麦梭莱斯公司生产的纸页厚度计：图15-57为该公司生产的测量纸页厚度变送器的原理图。在研磨过的蓝宝石中埋入小型电磁石，与纸页表面接触。在外面与纯铁圈盘接触。电磁石与纯铁圆盘只隔一层纸的厚度。反映该厚度变化的检测信号由电子计算机计算并变换成厚度信号。厚度信号值由纸的接触压差与TAPPI之差，由电子计算机的相关方式换算成TAPPI的规格。

表 15-19

性能		用新设计的单侧接触的磁阻测量装置，分辨率达0.05mil①
适用范围		由0～200mil的纸页厚度
对外来变量的灵敏度	什物	固定参比板对测量头无影响，对纤维、水分、橡胶的测量所产生的影响要校正
	纸页针孔	无影响
	纸页的颤动	压住参比板，使纸页与参比板表面轻轻接触，测量头对纸页向上飘动无影响
	静电	无影响
	纸页速度	小于每分钟1315m，可忽略
精度		量规读数和TAPPI厚度之间的平均偏差，对于20密耳以下的纸页为±0.1密耳；对于20密耳以上的纸页为±0.5%
动态相关		

① 1mil（密耳）=25.4×10⁻⁶m

④ 日本北辰-山德瑞厚度变送器(Calite)：图15-58为该公司产品，它采用了两面接触方式，下部检测头的浮子由一定压力压向上部，使纸页厚度与上、下相应。把该浮子位置变成磁阻检测出来。该浮子对低定量的薄页纸不会发生断纸或印上标记。

⑤ 日本横河北辰电机公司生产的纸页厚度计：图15-59所示为该公司生产的纸页厚度变送器，它采用了涡流原理，不受周围温度和静电的影响。为安全起见采用微弱的高频电流。从靶（目标物）内微孔中吹出空气，使靶浮起，并且在周围膜片压力下使靶下降至一定的空间距离而达到平衡。

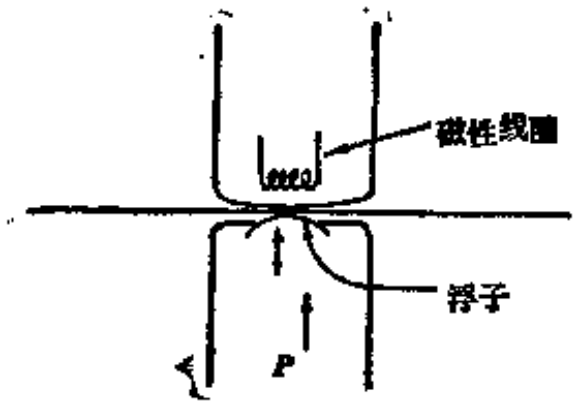


图 15-58 北辰-山德瑞厚度计

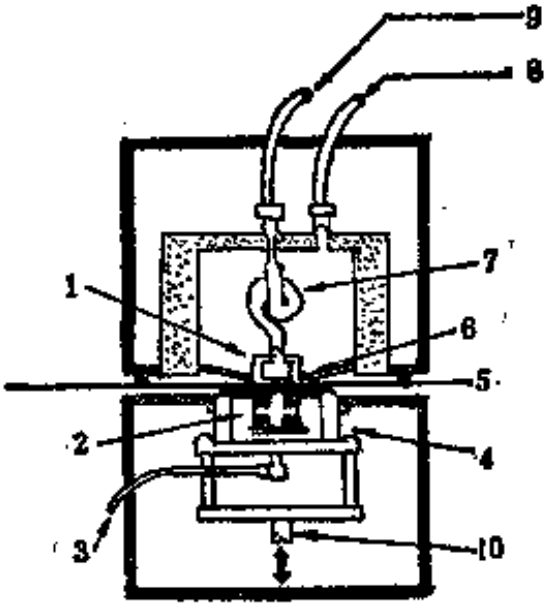


图 15-59 横河北辰电机公司生产纸页厚度计

1—浮动靶 2—变送器线圈 3—信号电缆 4—下降用的板 5—纸页 6—膜片 7—软管 8—排气 9—吹风 10—用空气提升

（八）纸页灰分自动测量仪

连续测量纸机上纸页的灰分，可以得到符合印刷特性要求的纸页，并且可以最大限度地利用填料以降低纸页的成本。为了测量这一参数，人们利用惰性填料（高岭土和二氧化钛）来大量吸收穿过纸页的软的X（伦琴）射线。

若X射线通过纸页，则X射线按(15—9)式衰减：

$$I = I_0 e^{-\mu s} \qquad (15—9)$$

式中 I_0——X射线强度；

I——通过纸页后的X射线强度；

μ——X射线在纸页中的吸收系数（如表15-20所示）；

x——纸页定量。

表 15-20　　各种成分的吸收系数（m^2/g）

成　分	吸　收　系　数
纤维素	2.4×10^{-3}
高岭土	9.7×10^{-3}
滑　石	10.4×10^{-3}
碳酸钙	24.3×10^{-3}

或者（15-9）式的μx，可分解为（15—10）式：

$$\mu x=u_1x_1+\mu_2x_2 \qquad (15—10)$$

式中 μ_1——纸浆（纤维素）对X射线的吸收系数；

x_1——纸浆量；

μ_2——灰分对X射线的吸收系数；

x_2——灰分含量。

将（15—10）式代入（15—9）式，整理而得(15—11）式：

$$x_2=\frac{1}{\mu_2-\mu_1}I_n\frac{I_0}{I}-\frac{u_1}{\mu_2-\mu_1}X \qquad (15—11)$$

根据（15—11）式，就可以由测得的X射线强度和纸页定量之值算出灰分含量了。

其测量装置有如下几种：

① 美国艾丘雷公司生产的灰分测量计：图15-60 a 所示为艾丘雷公司生产的纸页灰分变送器测量装置图。其检测头的结构图如图15-60 b 所示。

规格：

测量范围：1%～35%

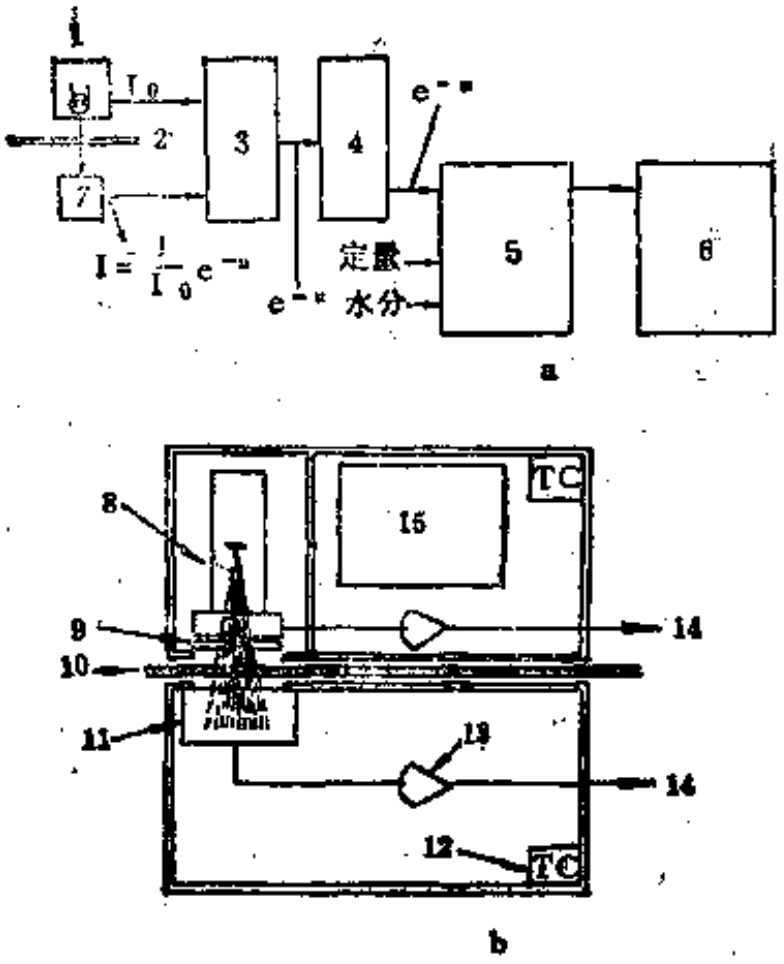


图 15-60　艾丘雷公司生产的纸页灰分变送器测量装置图

1—X射线管　2—纸　3—比值计算　4—线性化　5—灰分重量计算　6—灰分计算（%）　7—检测头　8—微型X射线管　9—闸板　10—纸页　11—检测器　12—温度控制器　13—电子仪表　14—到信号处理机　15—高压电源阳极电压和电流控制

重复性：0.1%灰分

② 美国麦梭莱斯公司：图15-61为该公司纸页灰分变送器测量装置图。它与纸页定量测量装置相似，用X射线管代替β射源。在X射线管中有开闭器和内部标准件机构，检测器为电离室，其输出值经放大后用电压-频率变换器变换成数字信号传送到电子计算机中。

该信号不仅是灰分的变化信号，而且也包含了通过纤维、水分和空气密度的衰减信号，这些补偿计算由于采用数字化的优点是很容易由软件处理的，而且可用3点校正法进行自动校正。

③ 日本横河北辰电机公司生产的纸页灰分变送器：图15-

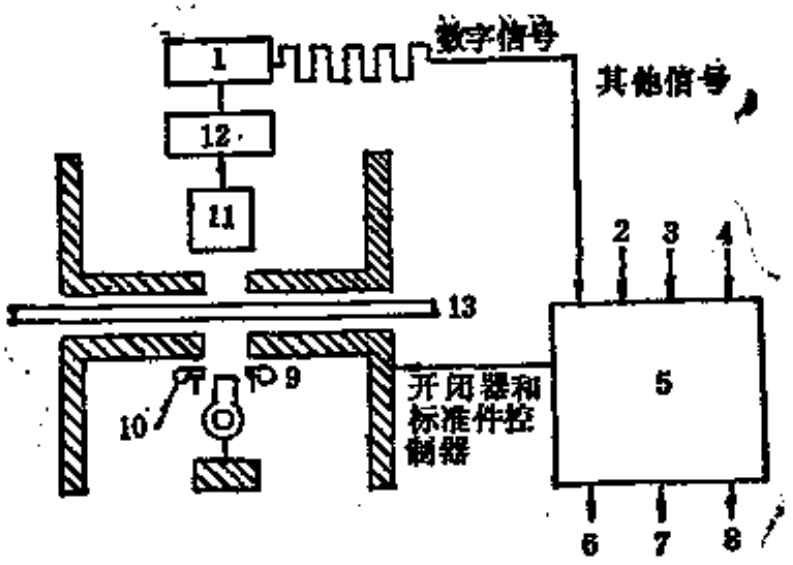


图 15-61　麦梭莱斯公司生产的灰分变送器测量装置图

1—电压-频率变换器　2—气隙温度信号　3—定量信号　4—水分信号　5—电子计算机灰分百分数　6—灰分控制　7—灰分显示　8—信息处理系统　9—开闭器　10—内部标准件控制器　11—检测器　12—放大器　13—纸页

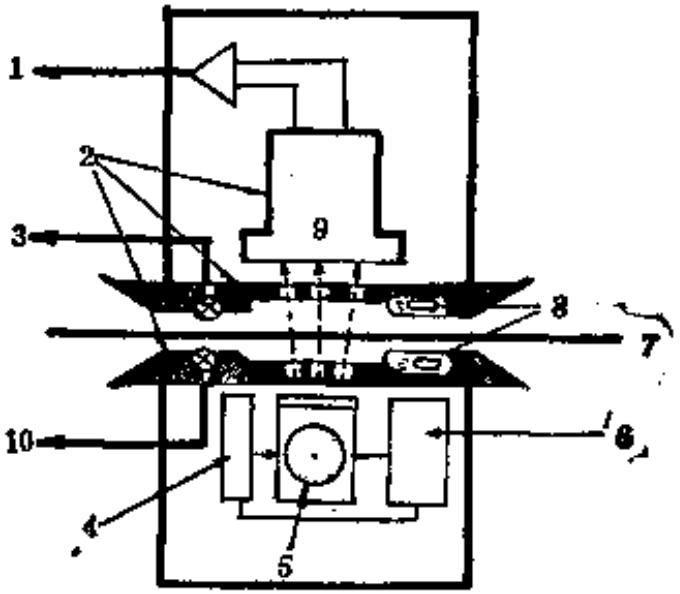


图 15-62　日本横河北辰电机公司生产的灰分变送器测量图

1—输出信号　2—恒温用的加热器　3—上部温度信号　4—控制回路　5—X射线管　6—高压电源（1000kV，100μA）　7—纸页　8—空气吹扫　9—电离室　10—下部温度信号

62所示为该公司纸页灰分变送器测定装置图。该装置的技术数据为：

测量范围：1～35%灰分（定量30～200g/m²）

在线测量重复性：0.2%灰分

测量面积：约φ30

时间常数：<50ms

自动校正：定时或按指令进行

④ 日本北辰-山德瑞（Sentry）公司生产的纸页灰分变送器：图15-63所示为纸页灰分变送器结构图。

图15-64所示为其方框图。

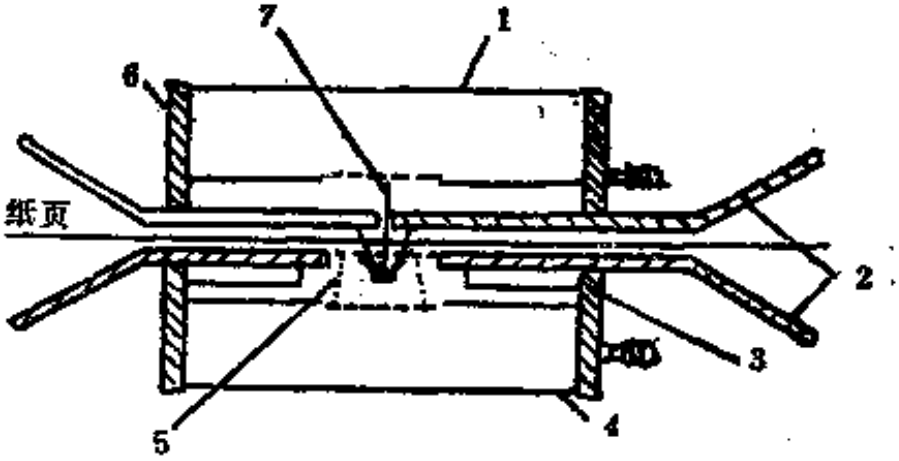


图 15-63 北辰—山德瑞公司生产的纸页灰分变送器

1—吸收的比例计数器 2—镀铬安装架 3—铝安装板 4—荧光的比例计数器 5—荧光的X射线，Fe55射源 6—计数器安装架 7—已变换的Mn X射线

独立的二次X射线对该装置中所含有的二氧化钛、碳酸钙、粘土（含有滑石）的各种成分可分别进行测量，并可从各成分量进行相加。射线源使用放射性同位素Fe55，检测器使用计数管。

⑤ 日本第二精工舍：图15-65为该厂生产的灰分变送器原理图。由X射线管发出的X射线照射在纸页上。由于被填料反射回来的X射线与纤维量无关，该数值用比例计数器检测并计算填料量，这是一种方法；另一种方法是用γ射线照射，检测反射后的

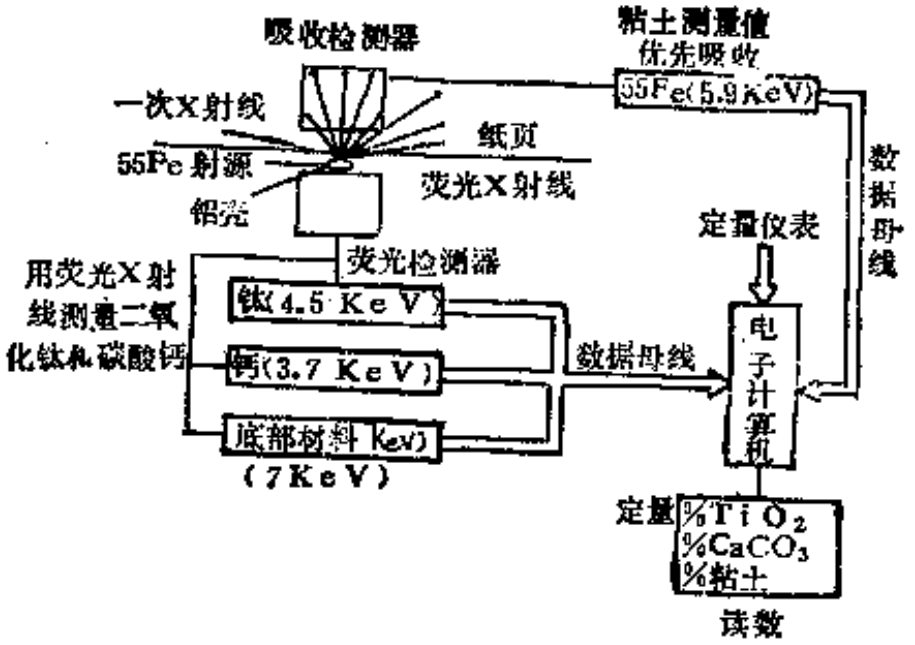
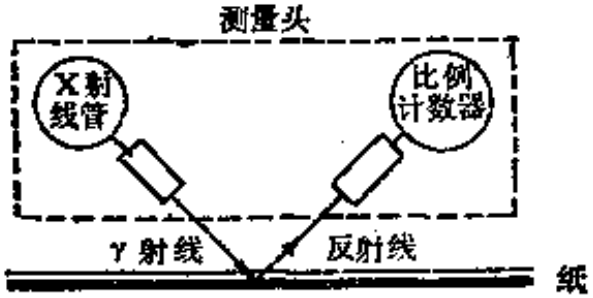


图 15-64　北辰-山德瑞灰分变送器方框图



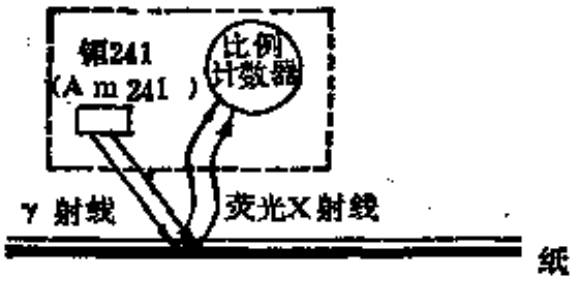


图 15-65　日本第二精工舍生产的灰分变送器原理图

X射线以计测填料量。这些方法在单侧扫描测量，安装方便。

（九）纸页质量指标测量仪

除了纸页定量、水分和厚度之外，纸页的机械特性（断裂长、耐破度、撕裂度、耐折度等等）、纤维均匀度、透气度、光学

性（不透明度、透光性、光泽、光滑度、白度、颜色）和电气绝缘特性，都属于纸页的质量指标。

① 纸页纤维均匀度测量仪，纸页均匀度表示纸页纤维结构的均匀程度，因此，在很大程度上决定了纸页印刷性能以及它的机械特性。连续测量纸页纤维均匀度，就可以及时地消除纸浆上色和纸机本身工作的缺陷。1963～1964年，苏联研制出检测纸页纤维结构特性的装置。1968年，瓦尔米特公司（芬兰）开始成批生产FVI/68V型这种仪表。这种仪表的工作原理是以测量纤维的透光性离平均透光性的偏差对该平均值之比为基础的。这种方法与平常采用的用目力视察来估价纸页纤维均匀度是很相似的。

图15-66为该仪表的原理线路图。从光源来的光流，穿过移动着的纸页、直径为0.4mm的孔板和光学系统进入到光电倍增管，此光电倍增管在400±50nm时即在可见光的范围内有很高的灵敏度。光电倍增管的阳极电流取决于纸页的透光性，同时电流的直流成分是与透光性的平均值相对应的，而其交流成分则表示

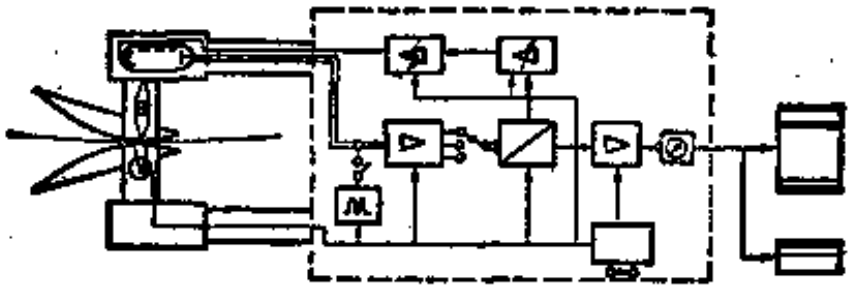


图 15-66 纸页纤维均匀度自动测量仪简图

了移动着的纸页瞬时的透光性对其平均值的偏差。该电子线路保证了阳极电流交直流成分的分离和比较。在输出端上得到的0～20mA信号与刻成纤维均匀度的百分数相对应。

这种仪表直接安装在纸机烘干部分后的专用支架上。它装设有将其本身周期地移入纸机而插到纸上的装置，固定在C形框架上的仪表测量头的工作位置与纸页边缘距离750～850mm。为使于插入，该测量头装设了专用的导向装置。该仪表可以测量

450g/m²以下的纸页纤维均匀度，也可测量150g/m²未漂纸板的纤维均匀度。纸页运动速度为200～650m/min时对仪表指示值没有影响。工业试验的结果证明这种仪表的使用效果良好。

② 透气度测量仪：透气度是包装纸和印刷纸最主要的特性之一，连续地测量这一参数，可以大大地改善纸页产品质量。在计算机中引入测量透气度的结果，以实现对纸页生产过程的最佳控制，是特别有效的。

现在已经生产了连续和断续作用的透气度自动测量仪，它们是装在纸机烘干部之后的。这两种型式的仪表是当压差恒定时以通过纸页的空气为基础的，即按动作原理来说，它与化验室中用来测量纸页试样透气度的仪器相类似的。

"卡尔特"型连续动作的仪表线路如图15-67.a所示，测量

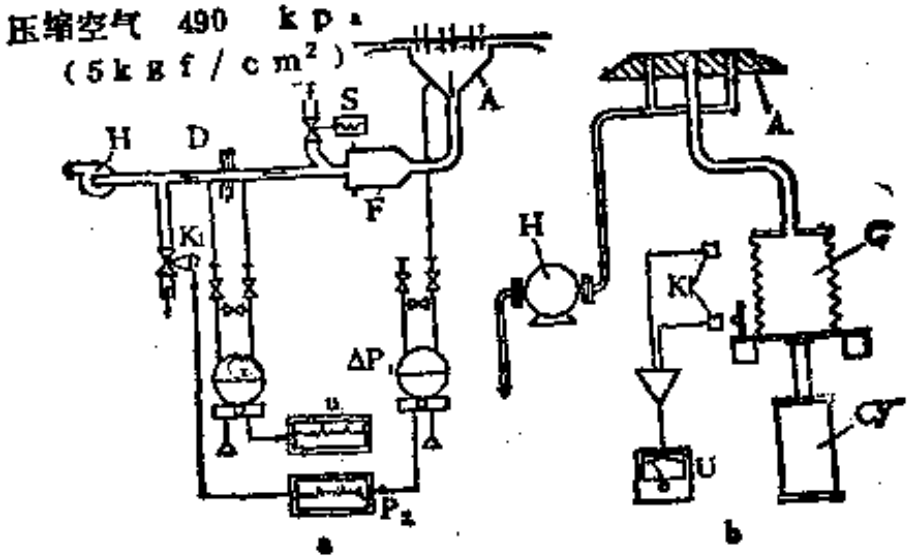


图 15-67 纸页透气度自动测量仪简图

a—连续动作的 b—断续动作的

头A是一个带头滑边缘和横向切口的抛光钢板，它安装在移动着的纸页下面。与测量头连接的真空泵H，通过纸页测量头容器、过滤器F和测量孔极D将空气抽出。测量头容器中的一定负压，是用气动变送器的差压计ΔP和调节器P_2来保证的。调节器P_2用

来控制真空泵H吸入空气管道上的调节阀K的。用孔板D和差压计G测得的被吸入空气量，就是纸页透气度的量纲，并用自动记录仪表U进行记录。从系统中来的粉尘，用时间继电器控制电磁阀S，使490kPa(5kgf/cm²)的压缩空气通过电磁阀S周期地进行清除，而且，在吹扫的时候，测量头会自动离开纸页。这种仪表已经在定量为20～160g/m²、透气度为15～1500cm³/min的纸页以及车速为60～300m/min的纸机上试用成功。

"伯罗洛格"型断续动作的仪表(图15-67.b)，与前述的仪表区别在于：通过纸页的空气由橡皮波纹管盒子C来吸入，它借助于重锤吊在其上而拉长，波纹管底板从上到下位置渐渐下降的时间取决于通过测量头A切口上纸页的空气的强度。该时间可以由限位开关K和时间计数器来决定，并且可用仪表U进行记录。其周期为2min。当一个周期完成之后，气缸CY把波纹管的底板恢复到初始位置，同时清扫该系统的灰尘。为了防止在测量头和纸页之间吸入空气，应密封测量切口与真空泵H相连的环形裂缝。

③ 光学特性测量仪：近年来，由于消费者对纸页质量提出了更高的要求，因而科研工作者普遍重视可以实现连续检测纸页不透明度、透光度、光泽和平滑度、白度和色度的仪表的研制和使用。测量纸页透光度和不透明度，可以用比较简单的方法，即测量穿过纸页的光线强度的方法来实现；而平滑度和光泽则用一定角度的光线在纸页上反射的原理来测量；如果测量色度，则需要有测量各种组成的光流和在电子计算机上计算色度的复杂系统。

在苏联，测量纸页透光度和平滑度（光泽）的仪表是由乌克兰制浆造纸科学研究院研制的。透光度的自动测量仪，可供连续检测和记录超级压光机上对描图纸压光过程中的纸页透光度之用。这种仪表(图15-68a)的工作原理，是以透过描图纸的光流对射在其表面的光流的比例为基础的。这些光流是用测量光电元件Φ_u和

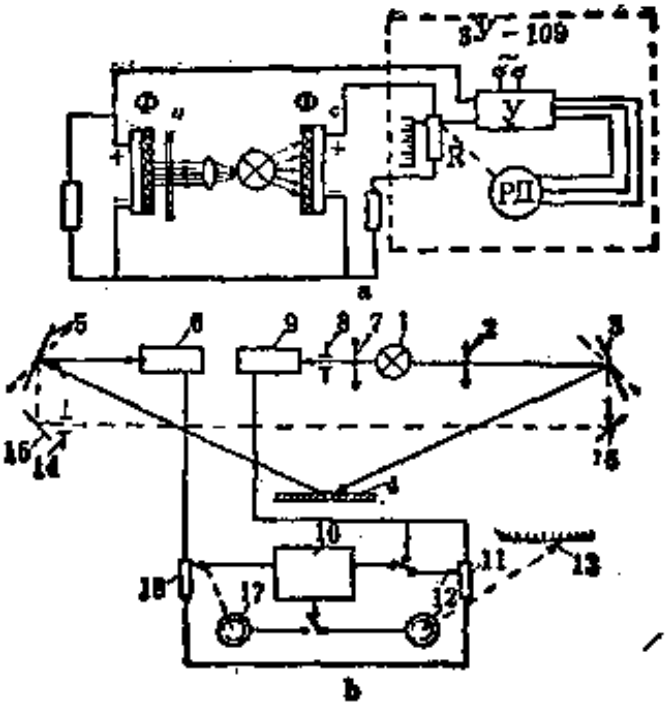


图 15-68　自动测量仪简图

а—描图纸透光度测量仪　b—纸页平滑度（光泽）测量仪
1—光源　2—补偿器　3—转动的镜子　4—纸页　5—转动的镜子
6和9—光电倍增管　7—镜头　8和14—孔板　10—自动补偿器放大器　11和18—电位器　12和17—伺服电机　13—补偿器的刻度盘
15和16—供自动校正系统用的辅助镜子

比较光电元件ϕ_c来接收的。当相应的光流经过负载电阻所产生的电压，在电子放大器У上进行比较。当两个电压不相等时，电子放大器就借助于可逆电动机РД来改变电位器R滑块的位置。放大、补偿和记录的线路都是以ЗУ-109型电子电位差计为基础而设计的。它的刻度值直接刻成透光度的百分数（30～80%）。该变送器装在卷纸辊附近的专用托架上，这样就可检测描图纸任何一点的透光度，并且在断纸时由于从光电变送器中来的信号被断开而使该变送器离开支架的范围。

УЛ-1型光泽自动测量仪，其原理线路图如图15-68б所示，它是以由镜子对纸页表面作65°角的反射光流与标准光流进行比较为基础的。这种测量线路是由两个光电倍增管的补偿线路所组成；这两个光电倍增管反向连接在自动电子补偿器的输入端上。

自动记录仪表的刻度刻成光泽的单位和平滑度的单位。同时光泽——平滑度的刻度关系，是用相关方法对应于一定的纸页品种来确定的。这种仪表具有对于光学系统的灰尘和光电倍增管的老化进行补偿的自动校正系统。该测量仪的变送器安装在压光机传动轴和卷纸辊之间距纸页约300mm处的压光机上，并且可以沿纸页横向移动。根据使用经验：当检测高质量纸页的平滑度时，该指标的离散度不超过±10%，而对印刷纸来说，则达到±20%。

④ 电气绝缘特性测量仪：这种仪表是为特殊的纸页——电容器纸和电缆纸而研制的。国外的研究表明，对电容器纸来说，介电特性是由纸页单位面积上的载流子数目决定的。为此，苏联曾研制了ТПВК型载流子数目自动记录器。其测量电容器纸的厚度为4～30μm。它直接安装在СК-12型压光机上，纸宽达1m，车速为200m/min。ТПВК型断续动作的仪表也以测量和记录脉冲数为基础。这种脉冲是在100V电压作用下，在由带电的橡胶辊和接地的传动轴之间，在纸页中的载流子移动时发生的。其读数是对于纸页的一定表面（m^2）进行的；纸页在变送器下移动，由表内的累计器记录。

（十）纸卷硬度控制仪

由加拿大山戴尔公司创造的纸卷硬度控制仪已经在北美和南非等许多国家使用，得到了较好的技术经济效果：①由于较好地控制纸卷硬度，损纸减少了66%；②由于纸卷硬度适当，水分较高，可增加纸页水分1%；③由于复卷机操作好和损纸少，整个产量可提高7%。

纸卷硬度控制仪如图15-69所示。它由以下几部分组成：

① Backtender's Friend变送器：直径为120mm的滚轮和集成电路变换器，安装在纸卷下面的薄板架上。该轮旋转并可在纸卷上横向往复移动，以测量纸卷硬度的变化。当纸卷层的厚度在100mm以上时，即开始测量。如果纸卷硬度有变化，则

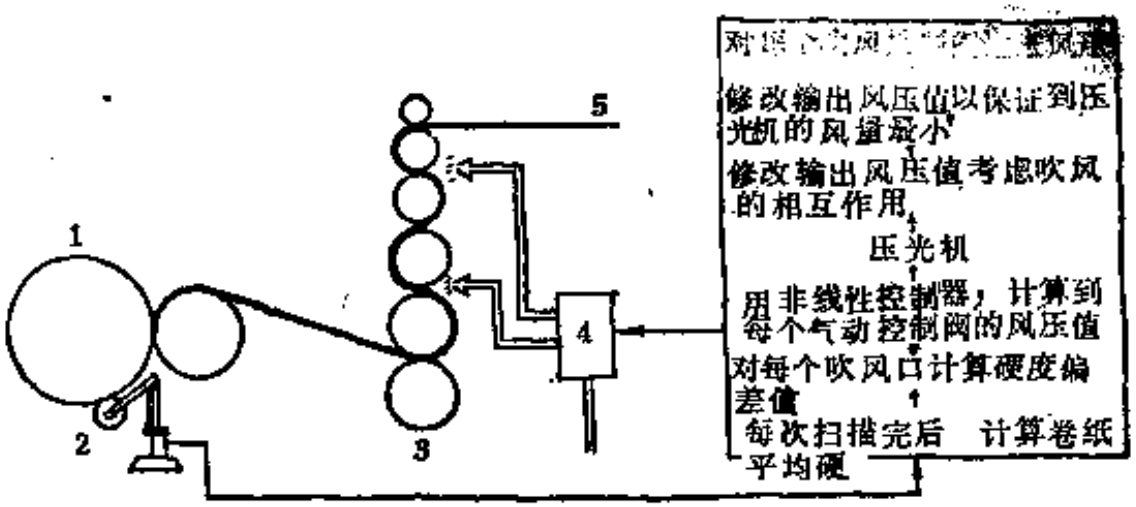


图 15-69 纸卷硬度控制仪

1—纸卷 2—变送器 3—压光机 4—吹风控制阀 5—纸页

由控制组件自动进行调整。

② 精密变送器的薄板架：它由变送器托架和安装有弹性电阻臂的硬钢条所构成。坚固的薄板架可使变送器位于纸卷下面，这样纸幅由于无阻碍而正常卷纸。当纸卷发生变化时，托架从纸卷的一端移到另一端。如果纸幅突然断头，托架就能完全空载移动。移动机构和所有导线均完全封闭在传动组件之内，以保证在运行时可靠性最高，维护量最小。

③ Backtender's Friend电子组件：它是变送器计算机和气动接头柜之间接口的控制装置。它把变送器来的信号，经计算机处理变换成硬度的读数，同时，它接受由计算机来的命令，变换成可调的气动给定值而引至气动接头柜。该电子组件通常是安装在山戴尔变送器的柜内。

④ 气动接头柜：它包括了48个吹风调节器，两个气动旋转开关（切换阀）和相应的电子线路。在正常运行中，每次吹风均由电子计算机进行计算，然后自动调整由切换阀接通当时吹风阀门的给定值。当手动控制时，切断自动吹风控制，利用各压力差的指示进行操作。该气动接头柜可以靠近变送器柜安装，或安装在任何操作方便的地方。

（十一）烘缸表面温度计

现介绍我国新研制成功的WZBM-50型轧辊表面铂热电阻温度变送器。

其结构和测量原理如图 15-70 所示，热接受器 1 是横断面为平—凸透镜状的不锈钢薄壁管子，平面部分外壁为一粗糙面，凸面部分为前沿有一弧度后沿为一尖角的流线形状，表面光滑，整个热接受器电镀发黑。感温元件——WZB-010片状铂电阻体

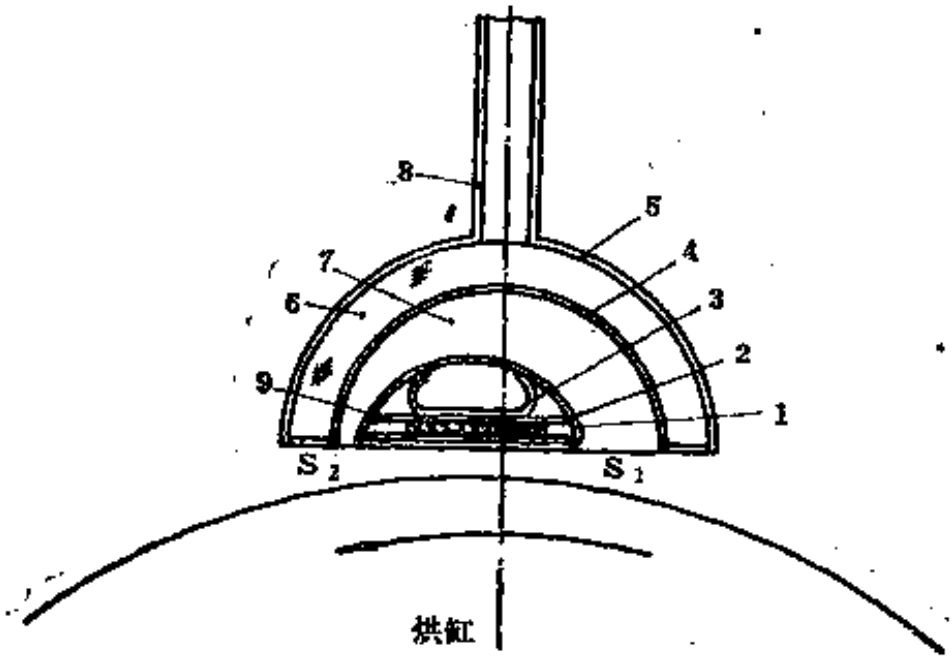


图 15-70　WZBM-50型轧辊（烘缸）表面铂热电阻原理简图

（分度号BA_1）2利用片状压簧3使它和热接受器底面有着良好热接触（中间有云母片 9 绝缘）。由不锈钢薄片制成的半圆筒形屏蔽罩 4 内部抛光，5 为保护外壳（材料为不锈钢或普通钢材）。保护外壳和屏蔽罩之间充有玻璃棉 6 。仪表装配以后，要使得热接受器的平面底部和保护外壳及屏蔽罩下部平面处在一个水平面上，同时保证圆筒形屏蔽罩轴线和热接受器轴线不重合，中心方向位移1.5mm左右。由于这个位移，形成了切面逐渐变化的环腔 7 。热接受器用聚四氟乙烯制成的夹持器将两端加以密封，并利用它将热接受器固定在保护壳的端盖上。铂电阻银质引出线穿

过夹持器上的小孔，从焊接在保护壳上的管中引出。

当该变送器临近烘缸表面安装时（工作间隙0.2～0.8mm），由于烘缸以一定的速度旋转，根据流体连续性方程：$V_1S_1=V_2S_2=$常数和伯努利方程式：$Z_1+\frac{P_1}{r_1}+\frac{V_1^2}{2g}=Z_2+\frac{P_2}{r_2}+\frac{V_2^2}{2g}=$常数，在环形腔出入口处形成运动压力差，被烘缸所加热的而且温度与烘缸表面温度成正函数关系的边界空气，在运动压力差的作用下，连续不断地通过环形腔。热接受器绝大部分受热面被边界热空气所包围，通过热传导、热对流、热辐射的复杂传热，铂热电阻的电阻的变化间接地反映了烘缸表面的温度。

该仪表主要技术数据：

1. 铂热电阻分度号：BA_1
2. 测量范围：30～250℃
3. 精度：1.5级（工作间隙为0.2mm时）；
 3级（工作间隙为0.4mm时）
4. 时间常数：<100s
5. 外形尺寸：105×62×35mm
6. 型式：

 WZBM-500型，固定式安装机构，1.4kg；

 WZBM-501型，轴承定位，浮动式安装机构，0.75kg；

 WZBM-502型，小惰性，轻量，小型化。

（十二）纸病检测装置

① 检测的必要性和检测器的种类：纸病检测装置由于近年来纸张市场急速增长的需要而被重视。从原料、质量竞争的激化和节省能源的观点出发，考虑到用仪器进行检查。对于纸病的检查，不仅要检查针孔而且也要检查斑点。其重点是用非接触法、高速化、高性能和提高电子元件的可靠性。按检查方法大致可分

为4种或分为穿透型和反射型两种：

a　扫描式飞点法：使光源形成很细的光束来检查纸页，在该光束内把透射光或反射光的强弱用固定的光电元件进行接收。

b　扫描式飞像法：使光源在整个纸幅上均匀照射，在光电元件的面上，可把纸页面上的像的运动作为条纹进行检测。

c：固定型元件的分布方法：光源、受光元件和纸幅方向均与纸页检查方向相垂直。受光元件可根据下述情况进行选择：

A　光敏二极管；

B．光敏晶体管；

C．光电管；

D．光电倍增管；

E．太阳能电池。

通常多采用A和B，日本产品多采用A，而其他国家则多采用B。在电气上B很易实现，但光学特性很难一致。从简单的角度出发，宜用E。

d．固定型电子扫描式：将机械可动部分用电子扫描方法代替。过去采用电视摄像管，而在最近，出现并发展了高密度的光敏二极管通道和电荷结合元件（CCD）等等。

②　空洞检测器：1965年日本安装了刷式空洞检测器。其原理简单，产品质量稳定，但检测的空洞大小和车速不相适应。检测纸病范围小（车速不高于300m/min）。

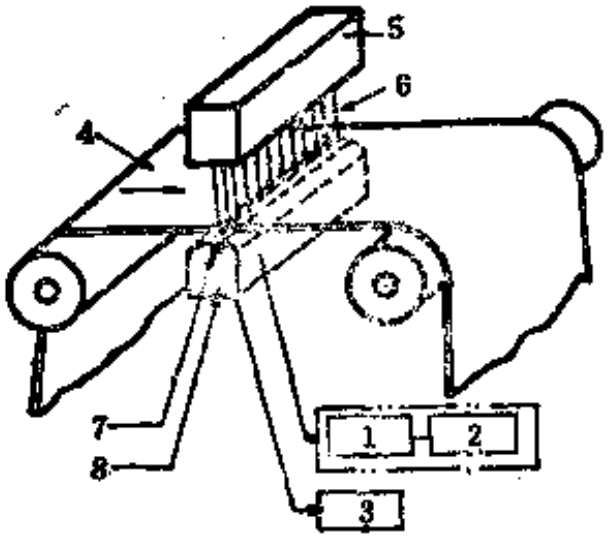
③　立石电机：从1970年开始，日本草津中央研究所开始研制该系统的制品，现在由三岛工场制造。以下是已生产的新产品，主要产品如图15-71所示。

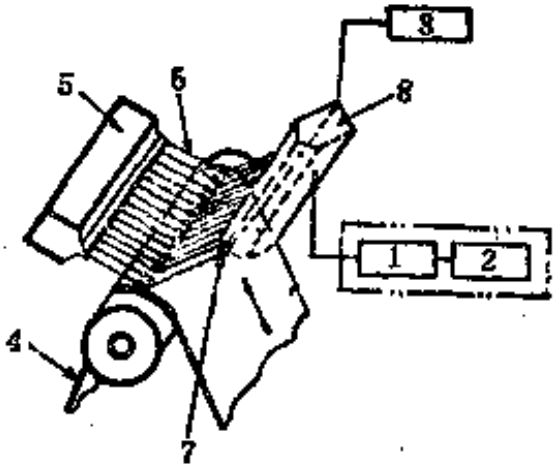
a．简易型透光式检测器(图15-71 a)。

b．通用型检测器（图15-71、b)：这两种检测器均可用于检测纸页空洞和黑点。图15-71b是立石的标准型，图15-71a有透光式和反光式，反光式价格较贵，但精度高。

a 透光式

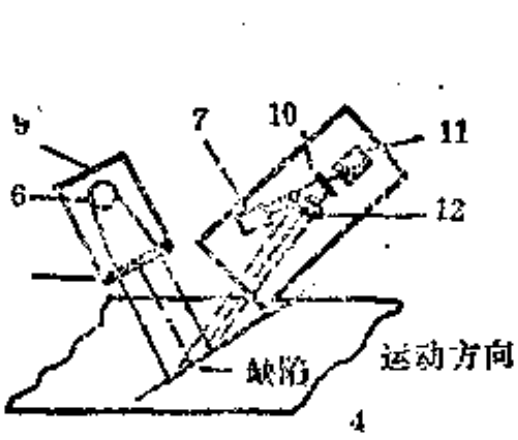
b 反射光式

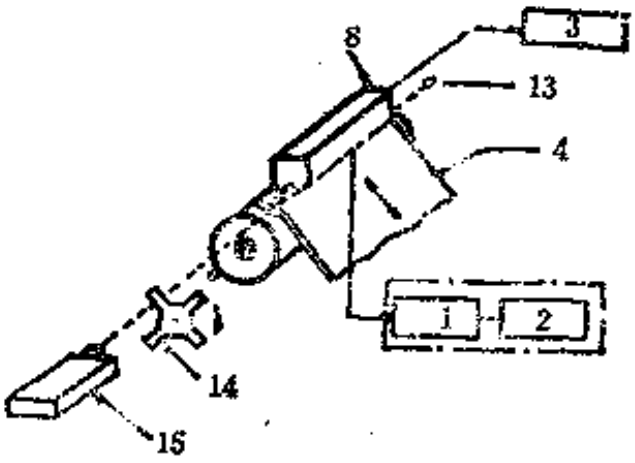




d 用激光的反射光方式

c 扫描型反射光式





e 电子扫描型检测器

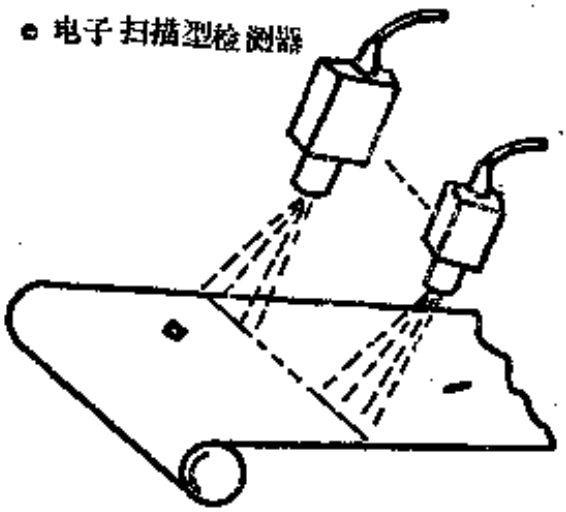


图 15-71 日本立石电机的纸病检测变送器

1—放大器 2—鉴别器 3—缺陷信号 4—被检测物 5—光源部 6—灯光 7—光电元件 8—检测部 9—投光器 10—反射镜 11—摄子 12—透镜 13—激光 14—光变调用回转板 15—激光光源部

c. 扫描型反光检测器(图15-71c)：按扫描式飞像法分类，它用于检测流动方向的纸病。

d 激光反射光方式(图15-71d)：这种方式作为专用检测用的例子很多。

e. 电子扫描型检测器(图15-71e)：可以鉴别纸页空洞和表面缺陷。由于本身是扫描方式，故可在机上检查孔洞。这种方式的优点是测量距离大，故可考虑为今后的主要发展方向。

在一个配有256个光电元件的大规模集成电路（LSI）中，通过透镜的聚焦进行检测。

④ ELDEMA型纸病检测器：图15-72为置于狭缝前后的光源反射光，与从下部光源透过光一起组成的被接受的光，可用来检测纸页污点等表面伤痕，或者用斜照射脉冲头的光源，把光敏晶体管整齐排列起来进行检测。

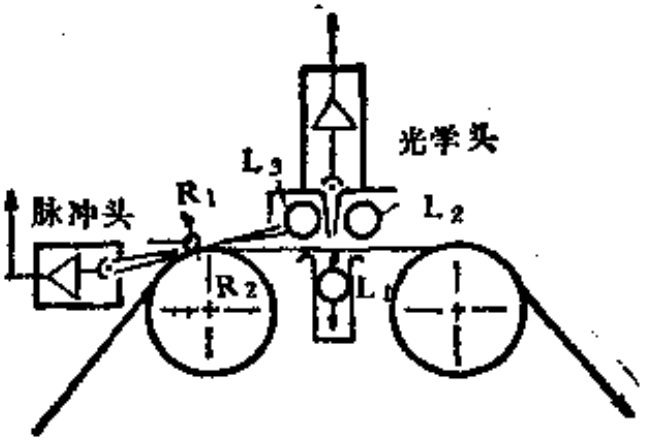


图 15-72 ELDEMA型纸病检测器原理图

⑤ 斑点检测器(东英电子工业公司)：从1963年开始，该公司研制了各种检测器，目的是消除凭经验检查纸页的缺点。其他公司以该变送器为基础研制成功了切纸刀的自动化系统。该公司主要产品如图15-73所示。

a. 固定穿透式，SD-A型(图15-73a)：该装置为东英电子基本型，它有专门检测孔洞特点。

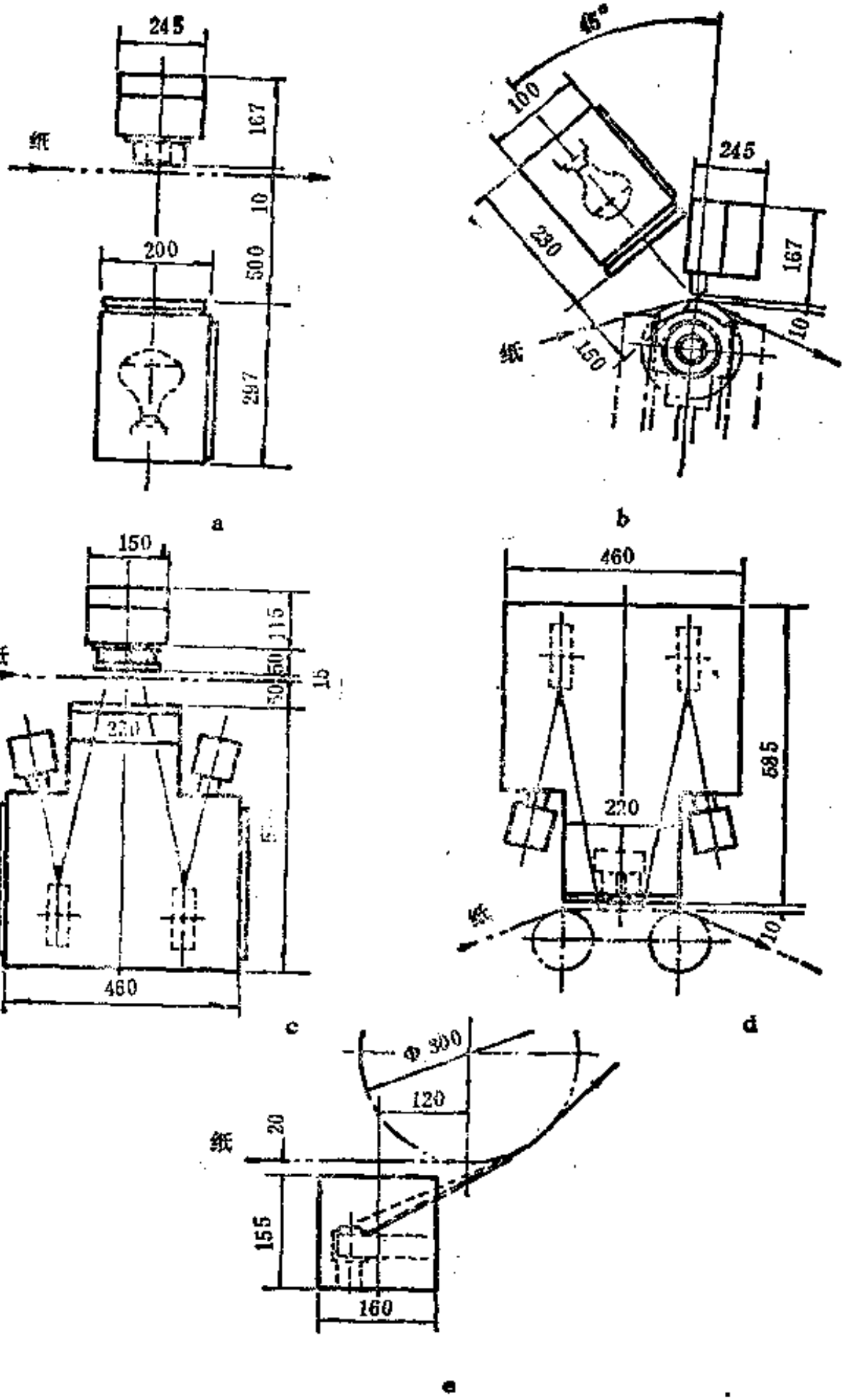


图 15-73　东英电子工业公司生产的斑点检测器

b. 固定反射式，SD-B型（图15-73b）：用于检测涂布机、纸板机的纸页或纸板的表面缺陷。

c. 扫描透光式，SD-DA型（图15-73c）：用于检测运行纸页的缺陷。

d. 扫描反光式，SD-DB型（图15-73d）：通过反光镜回转的光在纸页上扫描，可检测出运动着的污秽纸页表面的缺陷，从而可用于切纸刀的自动选纸用。

e. 凸检测器，SD-C型（图15-73e）可用来检测纸卷的凸凹部分。

⑥ ULMA型纸病检测装置：ULMA型纸病检测装置为芬兰Strömberg公司产品如图15-74所示，其工作原理是在纸

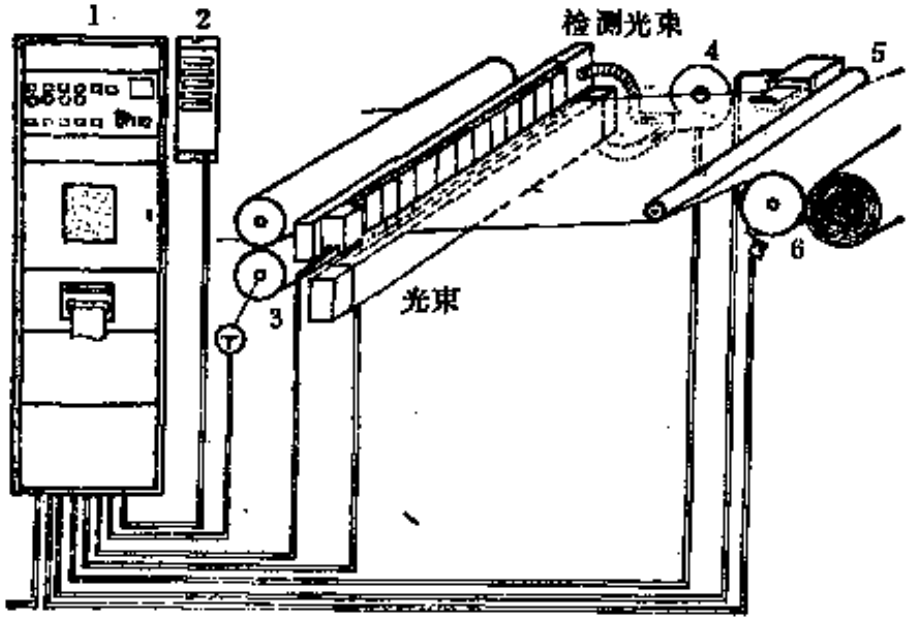


图 15-74 ULMA纸病检测装置图

1—中央处理装置 2—信号灯 3—速度变送器 4—通风机

5—彩色记录器 6—脉冲变换器

页一侧测量透过纸页的红外线的光线强度，检测元件采用光敏晶体管。该装置由于采用塑料集光透镜而提高了灵敏度；由于采用差动方式而消除尘埃和纸页飘动的影响。输出信号可鉴别出纸页孔洞、黑点及其大小，打印输出信息给操作者带来很大的方便。

该装置有两种类型，分别与被检测的纸病范围相对应。

⑦ 扫描式纸病检测装置(安川电机公司)：日本安川电机公司把钢板、玻璃、胶片等作为检测缺陷的装置的中心，进面研制出纸病检测装置。如图15-75所示，把受光部放置在纸页的上下两侧，使氦—氖 (He-Ne)激光通过八面镜沿纸幅扫描，采用扫描式的飞像法。

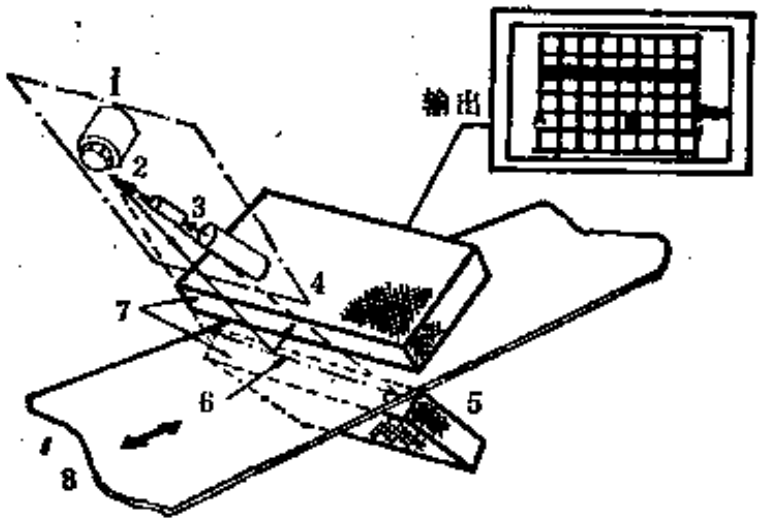


图 15-75 扫描式纸病检测装置

1—扫描光前系统 2—回转八面镜 3—透镜 4—激光 5—穿透用的受光器 6—扫描线轨迹 7—受光面 8—被检查的纸页

⑧ 纸病自动检测装置(竹中电子工业公司)：日本竹中电子工业公司把用于其他工业的技术引入造纸工业，它有如下几种产品：

a. 表面缺陷检测装置(高灵敏度型)：如图15-76所示，激光通过振动的反射镜从抛物镜面的A走向B，反射后从A′走向B′。由于表面缺陷面造成乱反射的这部分光，经光导纤维传送到光电倍增管，再通过放大器来处理和判断该缺陷的大小。

b. 普通型缺陷检测器：在普通型投光部中，对φ1mm激光用振动反射镜进行光点扫描。该光点与缺陷相比是很小的，故可以稳定地用来检测。

图15-77为普通型缺陷检测器结构图。其性能为：

黑点、污点φ100μm 孔洞，φ200μm(反射)

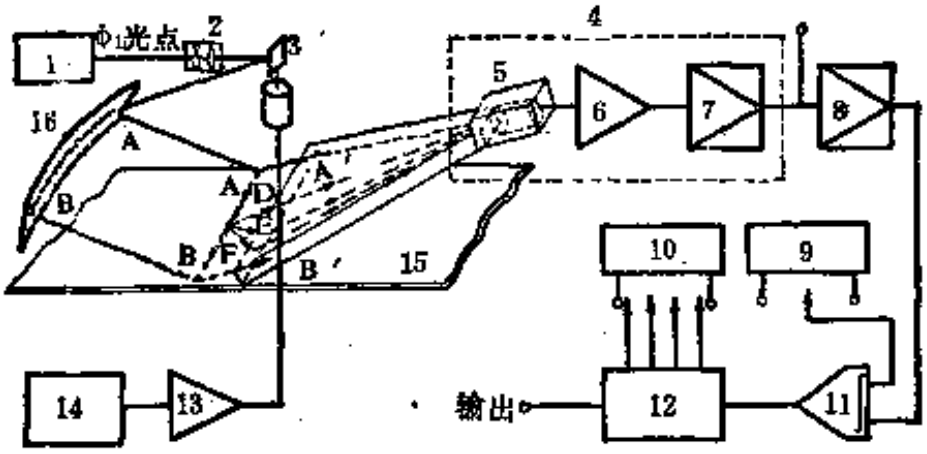


图 15-76　高灵敏度型纸页表面缺陷检测装置

1—Ne—He气体激光器　2—透镜　3—光学扫描（振动反射镜）
4—受光部　5—受光元件　6—光电倍增管　7—前置放大器
8—微分放大器　9—电平给定值　10—计数给定值　11—比较器
12—预置计数器　13—驱动用的放大器　14—3kHz正弦波振荡器
15—光导纤维　16—抛物镜面

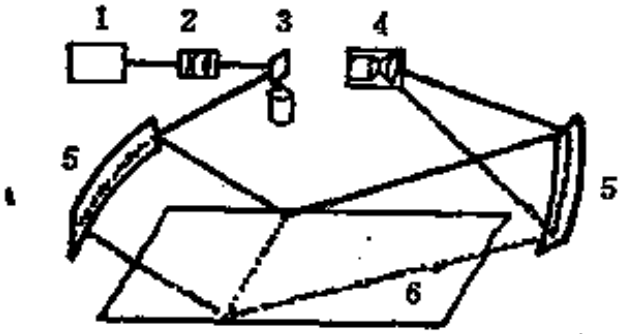


图 15-77　通用型缺陷检测器

1—投光器，He—Ne气体激光器　2—透镜　3—光学扫描　4—受光器（光电倍增管）　5—抛物镜面　6—被检查物体

ϕ50μm(透射)

c. 气泡检测装置：如图15-78所示，用变换器变成17kHz的电源供给荧光灯作为直流光源。该光流扩散光通过被检测物体的气泡，在它的出口扩散，再经光导纤维由光电倍增管集光进行检测。

（十三）木片水分计

在制浆造纸生产过程中，测量木片水分是很重要的。近年

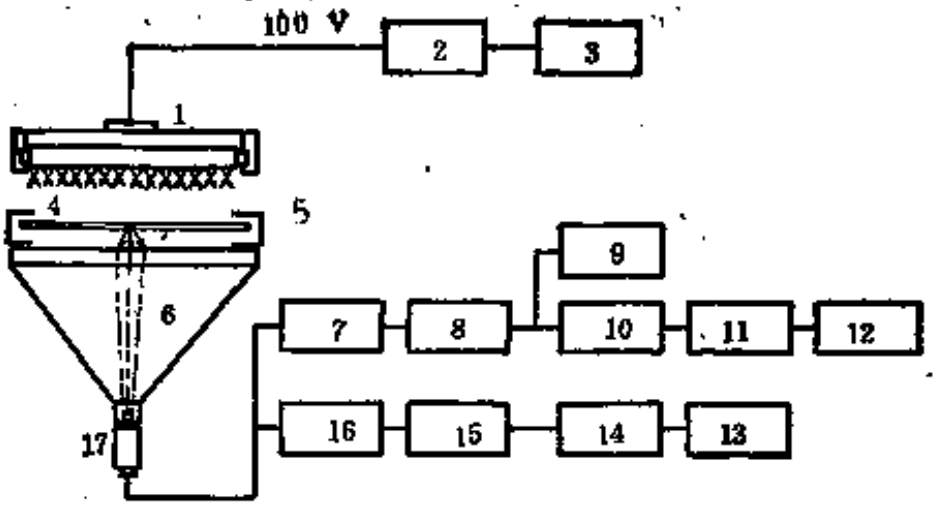


图 15-78　气泡检测装置

1—荧光灯　2—17kHz变送器　3—DC24V电源　4—被检查物体　5—遮光板　6—光导纤维　7—电流电压变换放大器　8—脉冲放大器　9—电平给定器　10—比较器　11—记时器　12—输出器　13—DC电源　14—调制器（变调器）　15—高压变换器　16—解调器（复调器）　17—受光器（光电倍增管）

来．国外许多公司采用了近红外线、电导率、微波、中子等方法来检测木片水分，获得了一定的效果，有的已在生产中使用．但是，由于微波式．中子式、电导率式的木片水分测量仪受木片"容积"的影响，故其良好的测量精度为±1.5～2.0%．而近红外线式的木片水分测量仪不受"容积"的影响，故精度高（±0.5%以上）．下面分别介绍各种测量方法：

①　近红外线两波长反射式木片水分计

日本千野制作所研制的近红外线两波长反射吸收式木片水分计具有"不受容积影响"．精度高和安装容易这三个优点．已于1975年2月在本州制纸釧路工场中使用。

该近红外线水分计适用于木片材种变化较大的情况（例如针叶树与阔叶树，北半球材与南半球材等）．

a．　测量原理：图15-79为该仪表的光学系统简图。对其动

作分析如下：

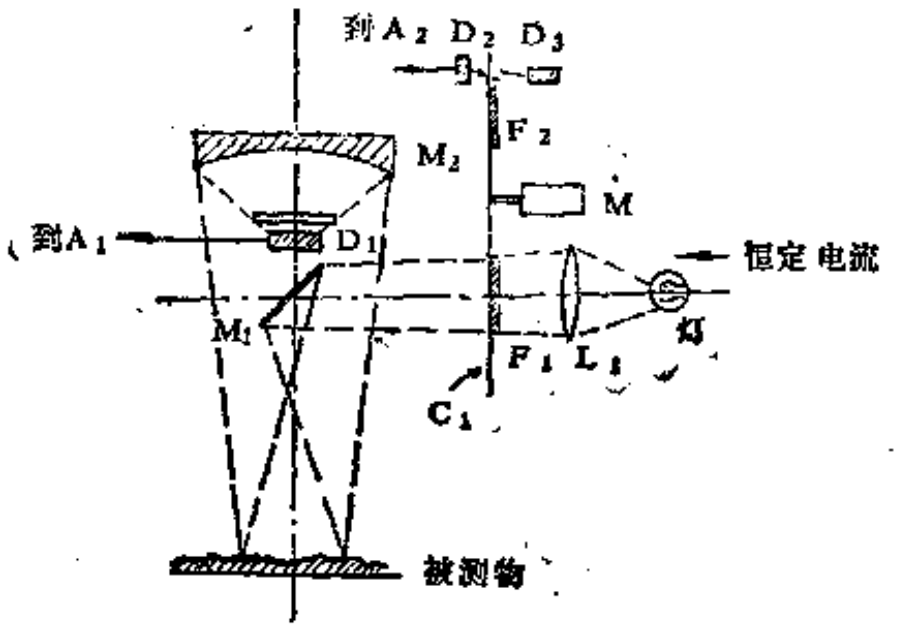


图 15-79　光学系统简图

L_1—透镜　M—电动机　C_1—转盘　F_1、F_2—分别为测量波长和参比波长的滤光器　M_1—反射镜　M_2—聚光镜　D_1—红外线接收器　D_2—光敏二极管　D_3—发光二极管　A_1、A_2—分别接到电子放大器的A_1和A_2

$E(\lambda_1)$——由灯射向泸光器被水分吸收的波长的能量；

$E(\lambda_2)$——参比波长的能量；

α——投射光到达测定物内部的光的系数；

m——水分吸收率(与水分成比例)，

β——散射系数；

τ——散射光到达D_1能量的系数；

δ——光电变换效率；

A_0——前置放大器及自动增益控制（AGC）回路的增益；

$V(\lambda_1)$——放大器输出端的内部水分吸收波长的信号；

$V(\lambda_2)$——同上，参比波长的信号；

E_r——比较回路的比较电压。

将该回路的结构用下列关系表示：

$$V(\lambda_1)=E(\lambda_1)\alpha(1-m)\beta r\delta A_0 \qquad (15—12)$$

$$V(\lambda_2)=E(\lambda_2)\alpha\beta r\delta A_0 \qquad (15—13)$$

$$V(\lambda_2)=E_0 \qquad (15—14)$$

把(15—12)、(15—13)、(15—14)式和常数$C=E(\lambda_1)E_0/E.(\lambda_2)$的式子化成下式

$$V(\lambda_1)=\frac{E(\lambda_1)\cdot E_0}{E(\lambda_2)}(1-m)=C(1-m) \qquad (15—15)$$

也就是说，测出$V(\lambda_1)$就可求出水分的吸收率，即可以求出水分率。由上式看出，只有使用水分吸收波长时才包含有各种外扰因素，而采用了比较波长进行比值运算，就能将各外扰因素一起消除。

这些外扰因素为：

——测量距离的变动造成 r 的变动；

——测量表面的凹凸造成β和r的变动；

——窗玻璃被沾污，造成α和r的变动。

为了消除上述外扰因素的影响，采用了特殊的波长(1.94μm和参比波长)。

b. 仪表：图15-80a为该仪表的结构图，它由检测水分的检测器和变换器所组成。图15-80b为其外形图。

主要规格如下：

测量方式：两种波长比值计算；

测量距离：350mm；

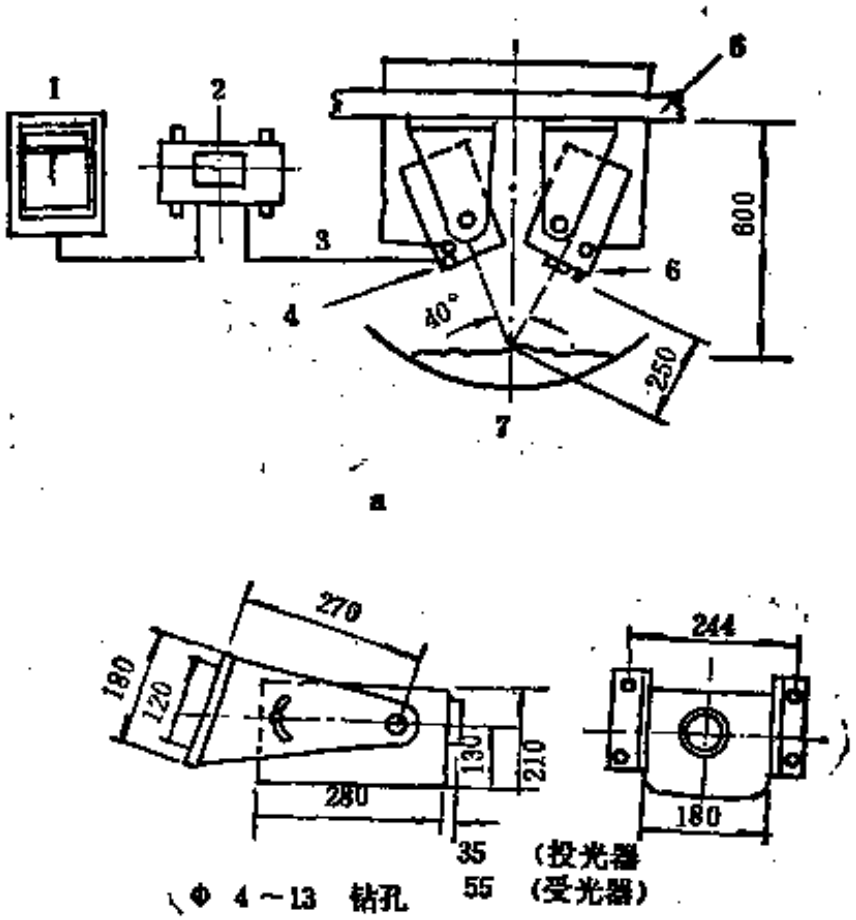
测量精度：满刻度的±1%（在木片水分含量中约0.5% H₂O）；

反应时间：约1s；

信号处理：1、3、10、30、60、120s(平均值)；

周围温度：0～40℃(空气清洗)；

电源：交流100V和200V±10%，50Hz或60Hz；



a

b

图 15-80 近红外线水分计

1—记录器 2—变换器 3—软线 4—受光器 5—安装用角钢 6—投光器 7—传送带

电耗：40VA以内；

结构：户外设有防滴结构；

总重量：20kg；

水分指示：35～55%H_2O或0～100%分度；

材种选择：木材种类切换。

② FP研究所*木片水分分析系统：该系统把木片水分、松堆密度、电导率、温度综合起来，根据蒸煮要求定时取样进行测量。图15-81为木片水分分析系统，它把被测的木片装在测量

* 现为欧洲控制公司(EUR-CONTROL)，它在美国和加拿大均有分公司。

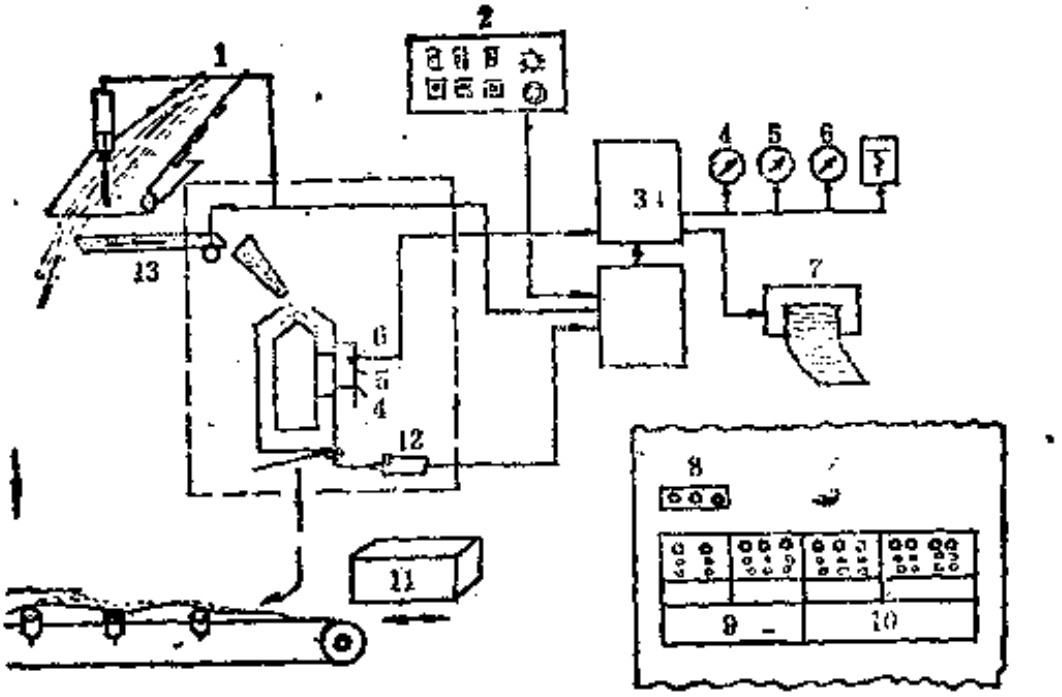


图 15-81 FP研究所研制的木片水分分析系统

1—取样导流装置 2—手动控制 3—水分计 4—重量 5—温度
6—水分 7—打印机 8—秤重仓号码 9—松堆密度 10—水分
11—参比试样 12—翻斗器 13—取样送输带

筒内，计算其填充率，再计算出水分百分数。

测量水分采用电感方式，把电极插入测量筒内。取样周期约5min。从测量筒上部加入木片，测量完后，从下部排出木片。它有简单的程序回路。

主要规格：

a. 取样箱：

体积：

外形尺寸：380×595×1040mm；

材质：316不锈钢；

气源(最小)，4×10^{3}kPa

b. 主电子箱：

在较大的玻璃纤维箱内有NEMA12型钢板箱；

尺寸：450×650×850mm；

c. 标准输出读数：

水分：25～75%；

松堆密度(毛重)：0～640kg/m³；

电导率(相对值)：0～50；

温度：0～50℃；

标准信号输出值：4～20mA。

③ 微波吸收法：如图15-82所示，该典型系统由直接安装

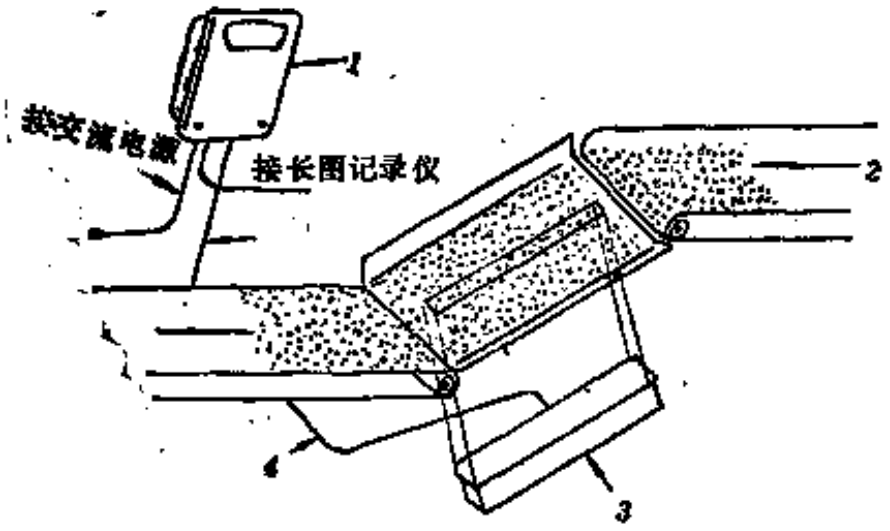


图 15-82 微波吸收木片水分测量系统

1—水分含量指示仪 2—木片流 3—电极 4—导管

在木片流下面的一次电极和二次仪表所组成，该二次仪表把从电极来的信号变换成为相对应的水分单位，以供读数或控制之用。木片水分含量在木片流过敏感电极时被测出。采用微波功率吸收技术来测量水分，是把微波能量与木片耦合起来从而测出木片对该能量的影响值。这种耦合方法可以在固定的体积内得到试样的平均水分含量值，因而这种装置能分辨出木片中固有的体积密度的变化。最终结果就是可以直接读出水分含量的线性刻度值。由于该系统对木材密度的差别敏感，所以应当装设刻度开关，以供各种木片混合之用。

④ 微波-核辐射法：木片水分和重量这两个参数均可用微波和核辐射的联合技术来测量。如图 15-83 所示为检测木片重量和

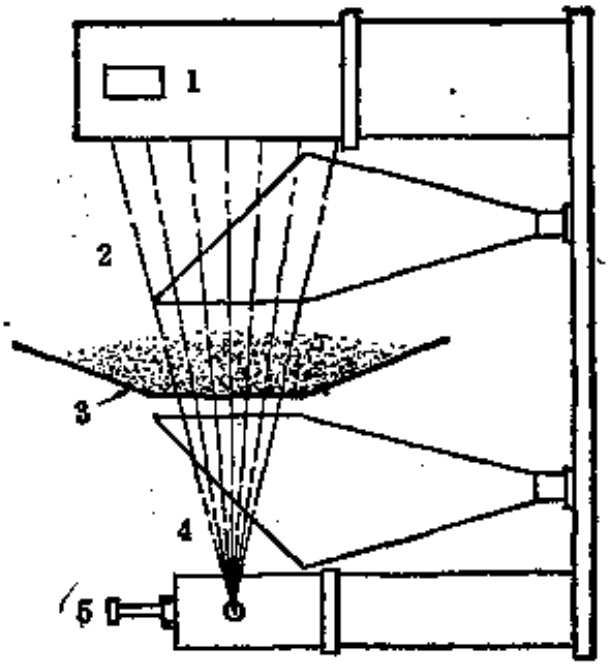


图 15-83　微波Y射线木片水分和重量测量仪

1—Y射线检测器　2—微波接收天线　3—传送带　4—微波发送天线　5—Y射源

水分的典型的运输带。两对悬臂均穿过被测的木片流。第一对悬臂是微波臂，它们是调谐到由水分子所吸收但不受木片其他组分影响的特殊频率。在测量时，若微波信号强度减弱，则可直接测得木片的水分含量值。第二对悬臂是Y射线臂，它是与总的摩尔数成正比地被吸收的。把所得的水分重量信号值除以总的重量信号值就得到水分百分数。

国外对这些测量头已规格化了，因此，微波悬臂和Y射线悬臂都扫描同样的木片面积，所以，木片总重量和水分总重量均可在运输带上木片流连续取样而测得。把由微波吸收测得的水分重量信号除以由γ射线穿透后所测得的总重量信号，就可得到供指示或记录之用的水分百分数。

⑤　核辐射法：核辐射常用于单独测量体积密度（总重量）和湿木片中总的氢量，其结果是与水分成比例的电气信号，图15-84为简化的电气线路图。

体积密度通道使用γ射线测量总重量。氢的通道使用高能量

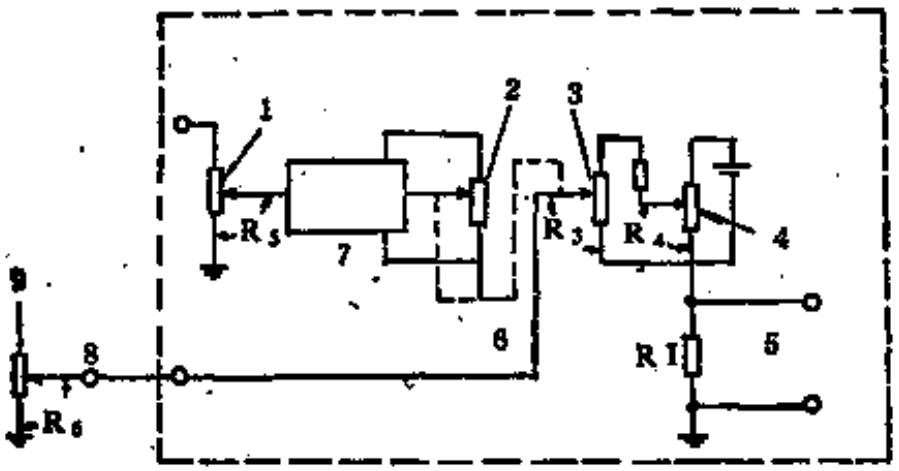


图 15-84 核辐射木片水分测量仪电气线路简图

1—灵敏度旋钮 2—平衡滑线电阻 3—重调滑线电阻 4—零点压缩旋钮 5—水分百分数信号（0～10mV） 6—机械连杆 7—指示器伺服机构 8—记录器可调旋钮 9—氢密度通道

的中子来测量木片中总氢量。快中子由于和氢原子核发生碰撞而损失能量。氢原子核的质量与中子的质量相接近。从这些碰撞产生的一些慢中子就与材料的氢含量成比例。这些慢中子可用电离室检测，由电离室来的电流与氢密度成比例。这些信号值在电气上受到制约并与水分百分数成比例，因而可用来指示和记录了。

（十四）分 析 仪 表

① 离子选择测量仪：离子选择测量可以简单地这样定义：它对于溶液中单独离子或离子种类有比较高的灵敏度。实际上，pH值测量就是最早的离子选择测量，因而获得了广泛的应用。

1959年开始，大多数附加电极已经研制成功了。对其他离子有高灵敏度的，例如钠、钾、银、氟化物、氯化物、硫化物、铜、氰化物和二价阳离子如钙、镁等，虽然它们之中有很多处于发展阶段，但有些已经在工厂使用了。它们用于以下三方面：

（a）硫化物离子选择测量用于控制黑液氧化操作和分析蒸煮液和燃烧炉的烟气；

（b）钠离子选择测量用于检测烧碱的损耗；

（c）二价阳离子（钙和镁）选择测量用于检测锅炉用水的硬度，并用来控制水质的软化、离子交换设备和水处理设备的操作。

a 电极系统：在pH值测量时，电极系统由测量电极和参比电极组成。图15-85为pH值测量和其他离子测量所用的典型的固体薄膜电极的比较。它表明参比电极是这两个系统中公用的电极，其测量电极间的主要差别在于薄膜的顶端。

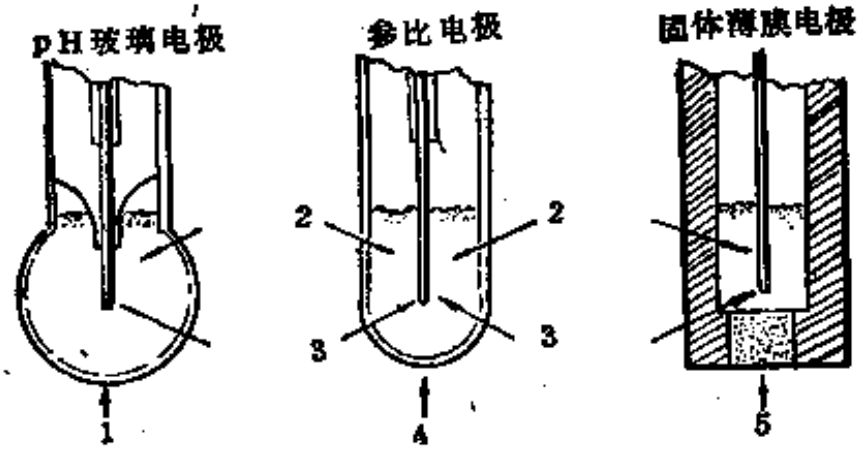


图 15-85 pH固体薄膜电极

1—玻璃薄膜 2—充填液 3—Ag—AgCl参比电极 4—液体结点 5—石英薄膜

pH电极采用一种特殊玻璃膜.该玻璃膜对氢离子特别敏感。这种玻璃组分对氢离子有特优的敏感性。固体薄膜型的离子选择电极是用石英薄膜封在电极的顶端，它的组成份即物理化学特性决定了离子选择性的程度。因此，硫化物离子选择测量电极薄膜由硫化银制成，其他型式的电极顶端就是由对钠和钾离子有灵敏性的特殊玻璃制成。

图15-86为供测量钙或镁离子用的液体离子可更换电极的另一个顶端的结构。这第四种薄膜电极——硅橡胶薄膜电极——如图15-87所示的两种结构：一种是简单电极；另一种是包括参比电极的联合电极。

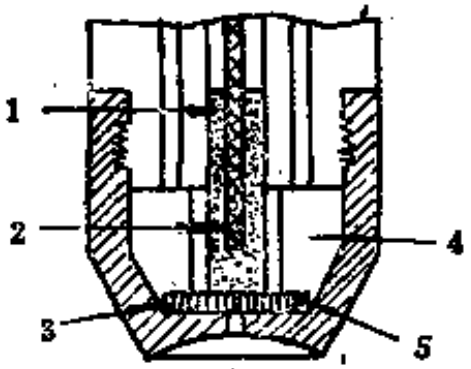


图 15-86　液体薄膜Ca^{++}电极

1—内部含水充填液　2—Ag—AgCl 参比电极　3—多孔薄膜　4—离子变换器容器　5—液体离子变换垫片

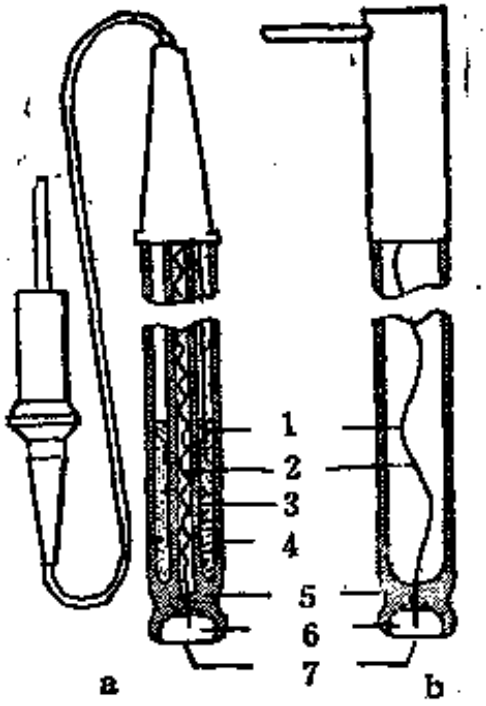


图 15-87　硅橡胶薄膜电极

a—联合电极（直接读数和参比电压）
b—单独电极（仅是直接读数）
1—Ag/AgCl　2—铂　3—KCl
4—多孔针　5—玻璃　6—水银
7—薄膜

b．离子选择测量的基本理论：和传统的pH玻璃电极作为溶液中氢离子浓度（它是溶解度或活性的函数）测量电位的原理一样，也研制成功了离子选择电极作为选择电极的离子活性的电位测量。离子活性和电极电位之间的关系是对数关系，并且可用纳恩斯特（Nernst）方程式的变型式子来表示：

$$E = E^{\circ} + 2.3\frac{RT}{nF}\log A \qquad (15—16)$$

式中　E——系统的被测电位；

E°——所用的特殊测量电极和参比电极的常数值；

$\frac{RT}{nF}$——纳恩斯特因子＝59.16mV〔当n＝1（1价离子）和25℃时）；29.58mV〔当n＝2（2价离子）和25℃时）；

R——气体常数；

T——绝对温度°K；

F——法拉第常数；

n——离子价；

A——溶液中离子活性。

当离子活性增加时，如果电极对阳离子敏感，则电极电位变得更加正；如果电极对阴离子敏感，则电极电位变得更加负。因此，可以看到，当在25℃时，如果离子活性变化十倍，则被测离子是一价时其电极电位就改变59.16mV；若被测离子是两价时其电极电位就改变29.58mV。

离子活性（离解速度或参加化学反应速度）接近于稀释溶液的浓度。在很多情况下，活性与电极所容许的浓度成比例，从而可根据该浓度值进行刻度。活性和浓度之间的关系由下式表示：

$$A=\gamma C \qquad (15—17)$$

式中 A——溶液中离子活性；

γ——活性系数；

C——离子浓度。

活性系数取决于生产过程溶液总的离子强度。当化合物为已知时，总的离子强度就可计算出来并可得到活性系数。总的离子强度由下式计算：

$$TIS=\frac{1}{2}\Sigma Z_i^2 C_i \qquad (15—18)$$

式中 TIS——总的离子强度；

Z_i——离子电荷；

C_i——溶液中离子浓度。

图15-88为三种典型的测量电极和参比电极简图。整个组件由离子选择测量电极、参比电极和作为电极支持器和护盖用的流通式、浸入式或沉入式的容器所组成。离子选择电极组件的容器如图15-89所示。

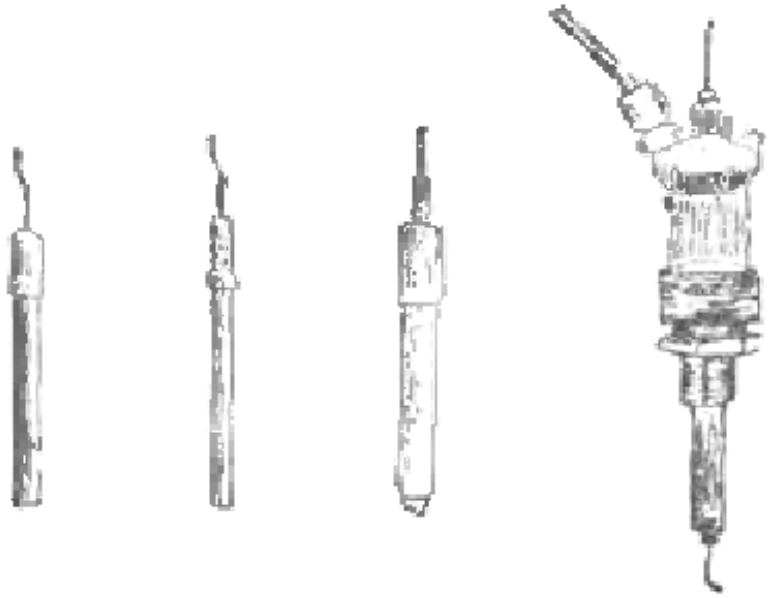


图 15-88　离子选择电极

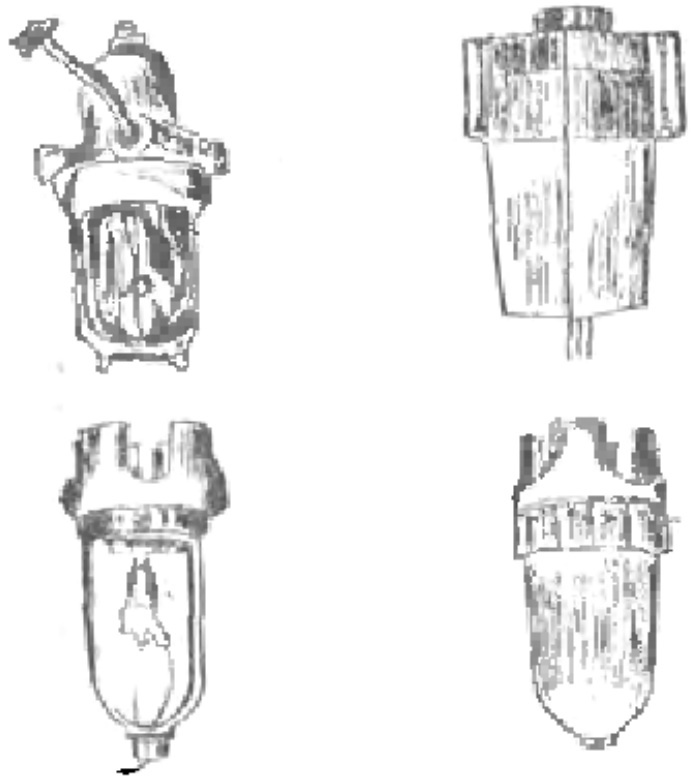


图 15-89　离子选择电极组件的容器

c. 二次仪表：由于它是电位计式的测量，所以二次指示仪表或记录仪表也都是电位计式，图15-90为离子选择测量和控制

系统图。

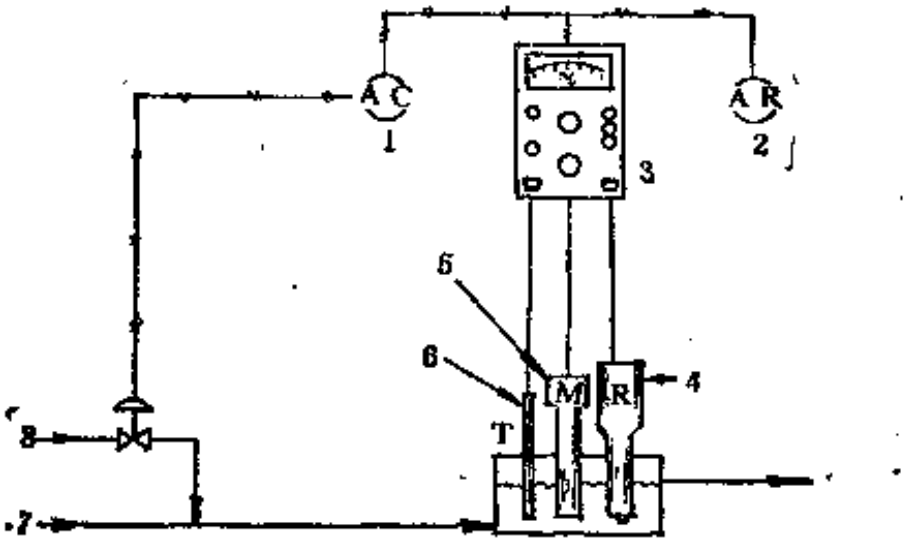


图 15-90　离子选择电极测量和控制系统

1—分析控制器　2—分析记录器　3—变换器　4—参比电极　5—测量电极　6—温度补偿器　7—蒸汽A　8—蒸汽B

② 氧化还原电动势（ORP）测量仪：在工业生产过程中发生的很多化学反应，包括了参加化学反应的物质失去电子或获得电子，这样的反应称为氧化还原反应。

失去电子的物质就是还原剂，而获得电子的物质叫做氧化剂　这种化学反应在溶液中产生了叫做氧化还原电动势（ORP）的电位。该电位的测量值提供了检测反应过程中产品与反应物是否完全反应的程度。对于每种产品和反应物在反应过程中都存在着一个可测量的氧化还原电动势的确定值，因此，该值可用来控制生产过程最优化的反应作用：在制浆造纸生产过程中，可用来控制由氯气和氢氧化钠混合液而制成的次氯酸钠漂液，用氯气漂白纸浆；以及控制漂白过程中二氧化氯与二氧化硫的中和过程中氧化剂的加入量。

a　ORP的基本理论：在讨论pH值测量时，在水中溶解的许多化合物离解成被称为离子的带正电荷的粒子。这种溶化现

象叫做离解或离子化，它就是化学反应发生的离子形式。在氧化还原反应情况下，存在着最终产品和反应物之间的可测量的一定比值。表示该比值的毫伏值可以用纳恩斯特方程式的另一种变型公式来描述：

$$E=E_{\circ}-\frac{RT}{nF}\ln\frac{A}{B} \qquad (15—19)$$

式中 E——生产过程的ORP电压值；

$E_{\circ}$——系统所具有的电压值；

R——气体常数；

n——考虑到离子交换时正负电荷的得失数目；

F——法拉第常数（96500Q）；

A——氧化产品浓度；

B——还原产品浓度g

在离子A和B之间的反应中，A被B还原成C离子，而B被A氧化成D离子，则这两种反应的每一种都同时遵循(15—19)式而产生两个电位，所测得的电位就是这些所谓半电池电位之间的差值，并用下式表示：

$$E=K_1+K_2T\cdot\log\frac{[C][D]}{[A][B]} \qquad (15—20)$$

式中 E——ORP；

K_1K_2——常数；

T——绝对温度；

C——最终产品离子C的浓度；

D——最终产品离子D的浓度；

A——反应物离子A的浓度；

B——反应物离子B的浓度；

这些变量只是温度和离子浓度，故能很快测得。最终产品的离子是分子，而反应物的离子是分母。这个比值就决定了反应是否完全并且它可用ORP的毫伏数来表示。

b. ORP电极系统：ORP测量用的工业电极系统由与pH值测量相似的两种型式电极所组成：（a）活性电极或测量电极，它检测溶液的电压；（b）参比电极，它是一种成熟的电极；它与生产过程溶液相接触，相对于ORP产生恒定的具有重复性的电压，并且可以和溶液的未知电压进行比较。

测量电极：在大多数装置中测量电极是铂电极，而其他的贵金属例如金也可采用。图15-91a所示的典型的测量电极是铂导体与玻璃本体底部的结合或延长的结构。电极的一面与生产过程的

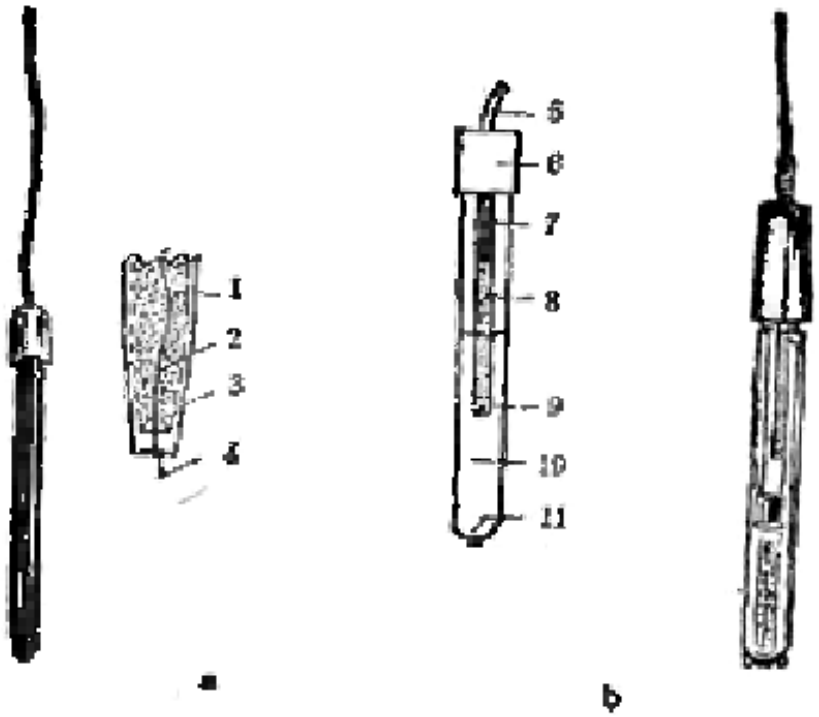


图 15-91 QRP测量电极与ORP参比电极

1—绝缘物 2—导线 3—玻璃或塑料 4—铂金圆片 5—导线 6—帽 7—铂金丝 8—内部材料 9—穿孔（允许填充液进入内部材料中） 10—充填液 11—液体结点

溶液相接触。电接点由贵金属导线向上通过本体。在造纸工业中也可采用碳测量电极。

参比电极：化学不敏感性、无极性的甘汞参比电极或银－氯化银参比电极被封闭在玻璃管内，充填液通过液体连结孔连续渗

出液量。在制浆造纸工业中可采用银电极作为参比电极，在这里氯气是在生产过程中就存在。

ORP电极在美国可单独供货或作为生产过程装置的配件来供货。图15-92为美国生产的各种电极，图15-93为现在制浆造纸工业所采用的电极支架。

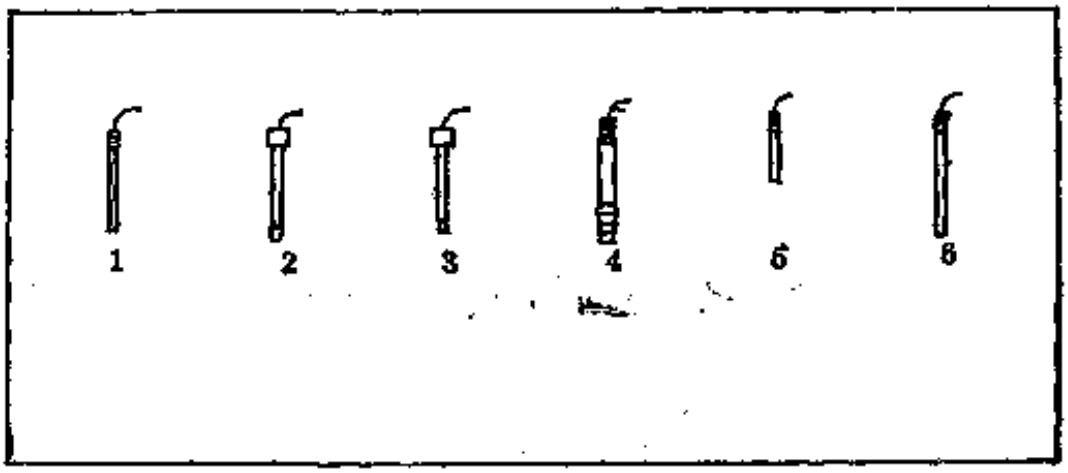


图 15-92　美国生产的ORP电极

1—碳棒　2—套筒（P_t）　3—金属杯（Ag）4—探针（P_t—Ag）　5—银棒　6—铂棒

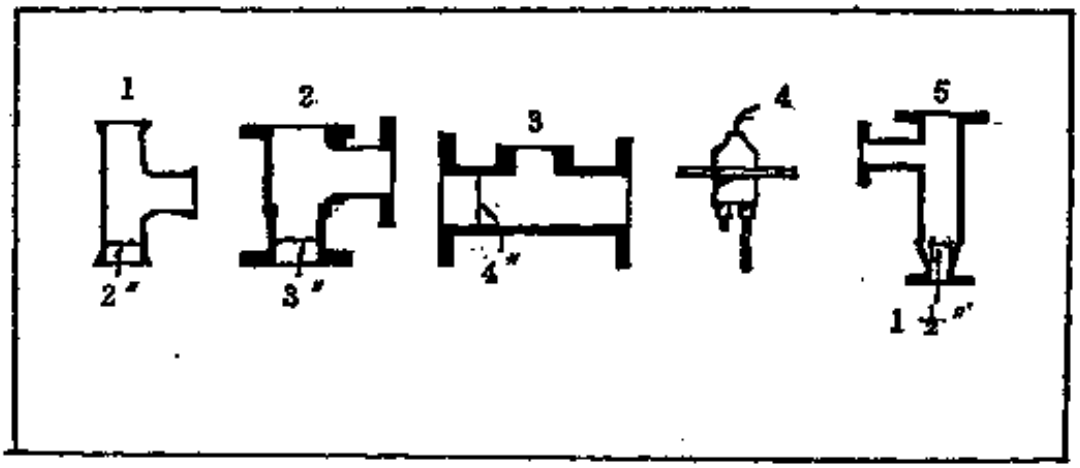


图 15-93　目前制浆造纸工业采用的电极支架

1—耐热玻璃（硼硅酸玻璃）T形管　2—取样管（PVCT形管）3—浆管（RLT形管）　4—插入式　5—标准流量电极

c. 二次元件：为使测量系统配套，采用了电位计式的测量仪表，以供指示、记录和控制氧化还原电动势测量值之用。图15

-94为其电路简图。图15-95为穿过贮槽（例如漂白塔）壁的ORP探针型电极组件的典型装置。

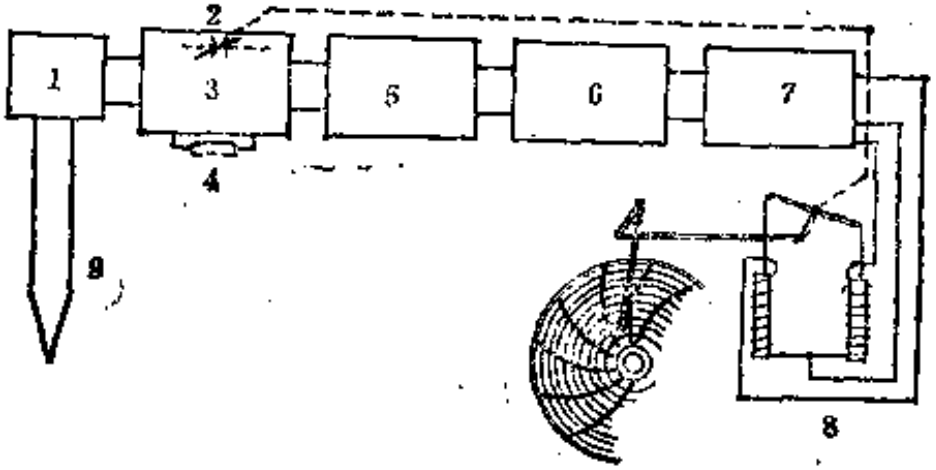


图 15-94　ORP测量和记录仪电路简图

1—输入值滤波器　2—平衡电容器　3—量程单元和探子　4—参比电压　5—不平衡电压放大器　6—不平衡电压检波器　7—功率放大器　8—驱动器　9—未知电压（用热电偶表示）

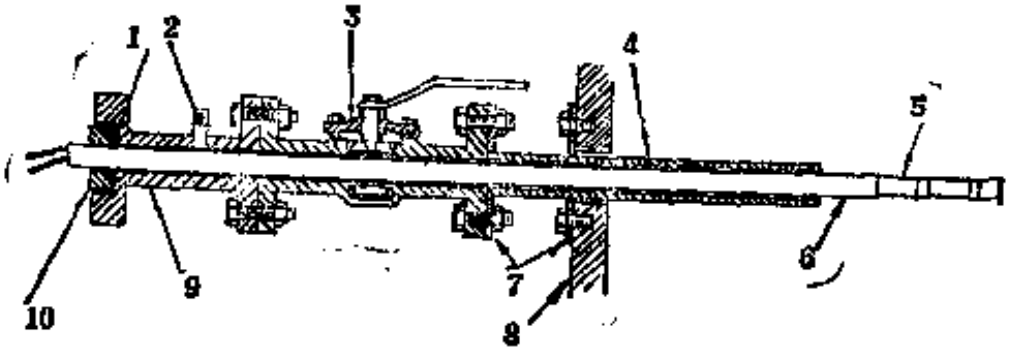


图 15-95　ORP电极穿过槽壁的典型安装图

1—Ptfeo形圈 2—$\frac{1}{4}$"PVC管接头　3—$1\frac{1}{4}$"PVC法兰球阀　4—钛管　5—ORP探针型电池　6—钛管　7—钛法兰　8—贮槽壁的检查孔盖板　9—法兰　10—机制塑料堵头

③　折光仪：近年来，国内外许多工业部门广泛采用测量工业溶液浓度的折光仪。它是自动测量溶液浓度比较理想的仪表；在测量时它不受溶液中气泡、流量、悬浮物的影响，具有快速、

准确、耐酸、耐碱、耐高温等优点。

折光仪的测量原理：如图15-96a所示，由光学原理可知，光线经过两种物质的界面时要发生折射。当光由第一介质（$n_{空气}=1.0003$）进入第二介质（$n_{水}=1.3330$）时，折射光线接近垂直线（法线）；若第二介质光密度小时，折射光接近于界面（即远离法线）其折射率n为：

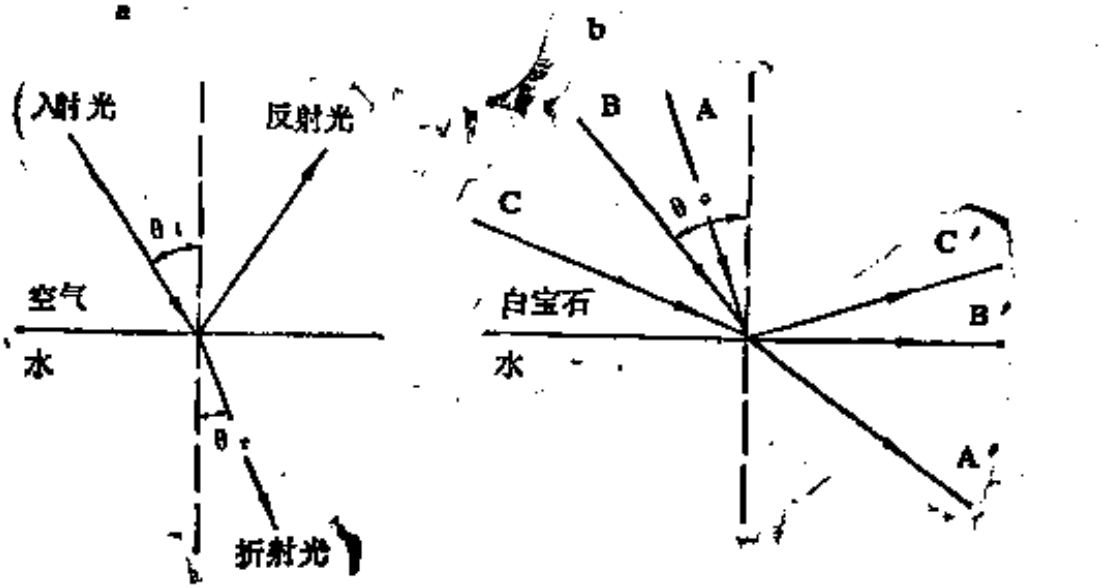


图 15-96　折光仪的测量原理

$$n=\frac{\mathrm{Sin}\theta_i}{\sin\theta_r} \qquad (15—21)$$

式中　θ_i——入射角；

θ_r——折射角。

图15-96b所示，若光线从第一介质（$n_{白宝石}=1.7569$）的A位置射向第二介质（水）时，则光线在水中折射，朝界面倾斜；如果入射光在位置B，那么折射光线沿着界面的方向B′；若入射光在位置C，折射光线就出现在水的外面（即回到白宝石中），也即成为反射光。入射角θ_c对于任何两种物质在适当的位置B时，折射光线变为反射光线，这个角度θ_c就叫做临界角，在数学上临界角的定义为：

$$\theta_0 = arc\sin\frac{n_2}{n_1} \qquad (15—22)$$

式中 θ_0——第一介质的临界角；

n_1——第一介质的折射率；

n_2——第二介质的折射率。

在该仪表中，n_1固定不变，n_2随着浓度变化而变化，n_2变化，θ_0也变化，反射在光电池上的光通量也随着变化，故光电池的输出信号也相应变化，因此就可测量溶液的浓度。

图15-97为我国漳州仪表厂生产的NNG-01型折光仪变送器工作原理简图。灯泡的一部份光线照在比较光电池C_1上，调整

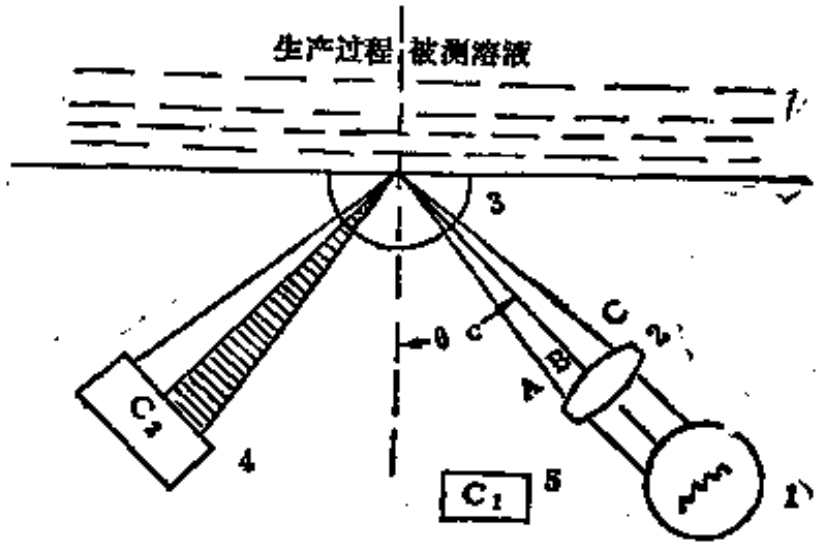


图15-97 NNG-01型折光仪变送器工作原理图

1—红旗12V21CP汽车灯泡 2—透镜 3—测量棱镜（白宝石）

4—C_2为测量光电池 5—C_1为比较光电池

好C_1光通量，使C_1始终保持一固定毫伏信号。当无溶液时仪表指示为零；另一部份光线通过透镜聚焦到测量棱镜。设θ_0为测量棱镜的临界角，则AB间光线经测量棱镜后发生折射，BC间光线产生反射，反射光照在C_2光电池上，通过负载电阻转换为毫伏信号。如果溶液浓度变化，即n_2变化，θ_0变化，测量光电池C_2亮区面积变化，输出信号变化。光电池输出信号由毫伏转换器变成0～10mA直流信号，作为显示、记录、调节仪表的输入信号。

该产品已通过鉴定，成批生产，使用效果良好。

美国EMC公司生产的SSR-72型扫描式折光仪，可用来测量管道中黑液、绿液、红液和胶水溶液的浓度，其精度可达0.2%。黑液浓度测量范围为：

最小量程为0.0015RI*（相当于0～1%黑液固形物）；

最大量程为0.13RI（相当于0～75%黑液固形物）。

④ 液体密度计：近年来，我国武汉测量仪器厂在轻工业部北京造纸研究所等有关单位的协助和支持下，根据国外U型管称重式液体密度计的原理和结构，试制成功了MD-1型液体密度计，先后在几个纸厂试用，取得良好效果。现已通过鉴定，可推广使用。

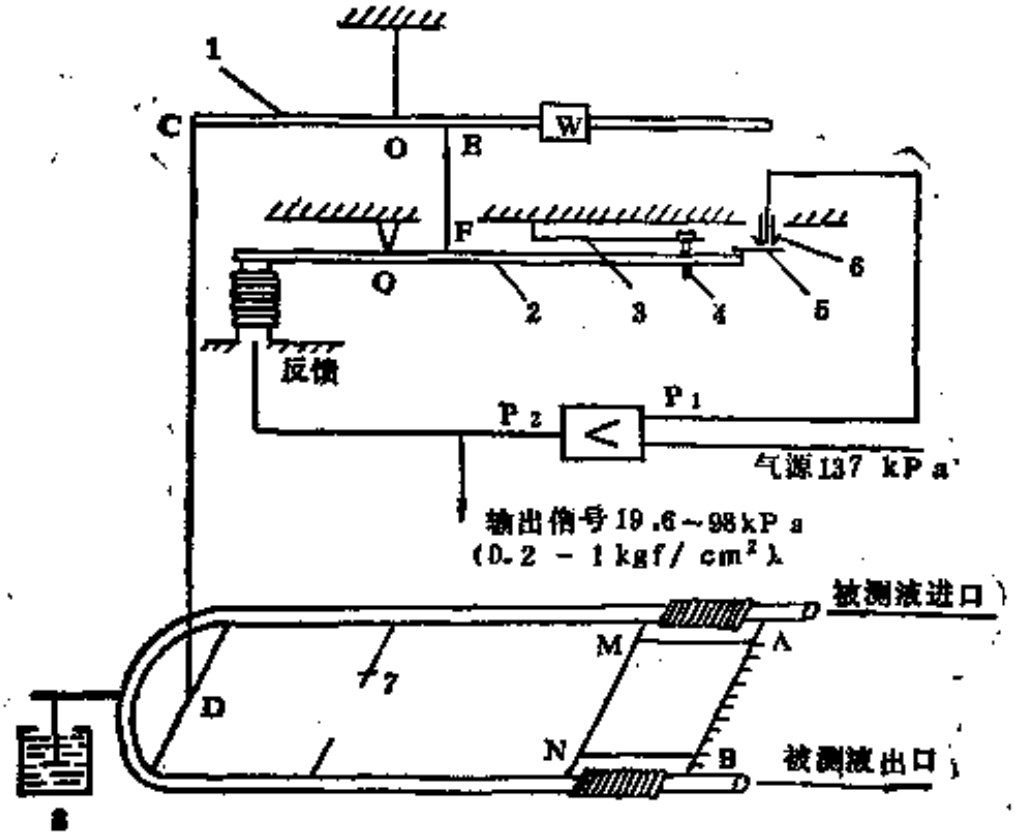


图 15-98 MD-1型液体密度计

1—主杠杆 2—副杠杆 3—平衡片 4—螺杆

5—挡板 6—喷嘴 7—U型管 8—阻尼器

* RI为折光系数

该仪表是一种定容连续称量仪(图15-98)。当被测液体流经管环时，由于液体密度的变化而使主杠杆绕0点偏移，从而改变喷嘴与挡板之间的间隙，喷嘴背压P也随之升高或降低，于是输出信号作相应变化。

主要技术性能：

1. 测量范围：0.8～1.4g/cm³

2. 绝对误差：≤0.003g/cm³或≤0.3Bé°（量程范围0～10Bé°）

3. 工作环境：－10～80℃，相对湿度≤85%

4. 耗气量：≤750l/h

5. 被测液温度允许范围：0～120℃

6. 重量：72kg

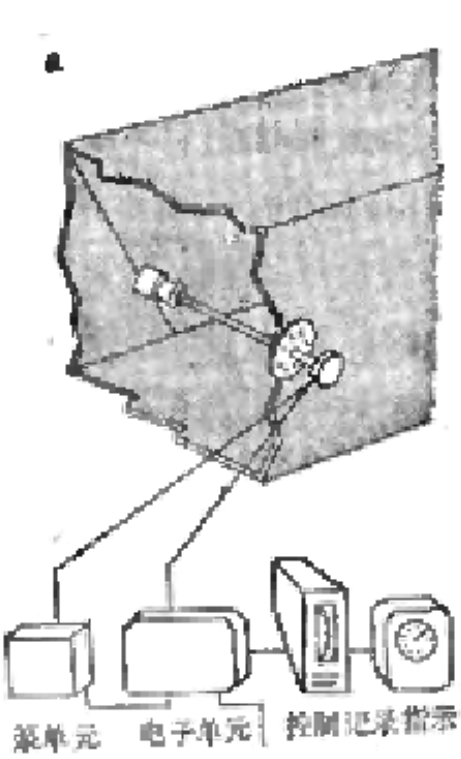
⑤ 烟气氧含量测量仪：通常，测量烟气中氧含量是采用磁性氧气分析器；但由于它的结构比较复杂、价格昂贵和需要取样系统，因此，近年来，许多国家越来越多地采用了氧化锆管测氧元件及其整套装置，它不需要取样系统，专用来测量烟气中氧气浓度。

英国Kent厂烟气氧含量变送器及其基本系统由三个单元所组成（如图15-99和15-100所示）。

a. 变送器：该变送器是供“就地”测量20到600℃之间烟气中氧含量的装置。固体电解质（氧化锆）电化学电池可作为氧气变送器并安装在小的加热器之内，此加热器对该电池提供所需的操作温度。该电池和加热器均安装在不锈钢管的末端，此钢管插入到炉内烟气中，因此它不需要取样系统。其插入深度为0.6m、1.2m和1.8m。

b. 电子单元：电子单元装有电源组件、变送器温度控制器和毫伏-电流变换器。它易于安装（远离变送器插入点）输出信号为0～10、0～20或4～20mA，线性输出值或对数输出值。

c. 泵单元：电动泵供给变送器恒定的标准气源，它可安装



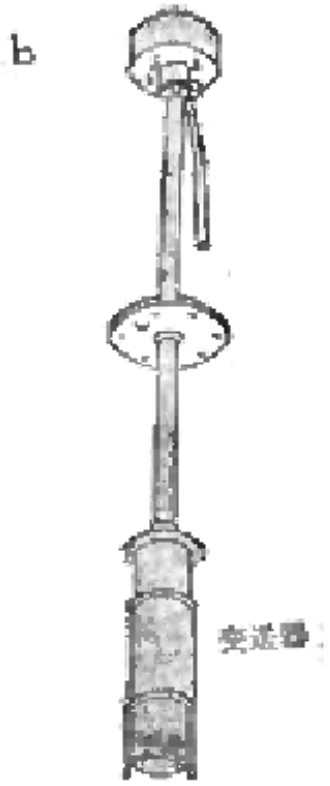


图 15-99　烟气含氧量测量仪a

图 15-100　烟气含氧量测量仪b

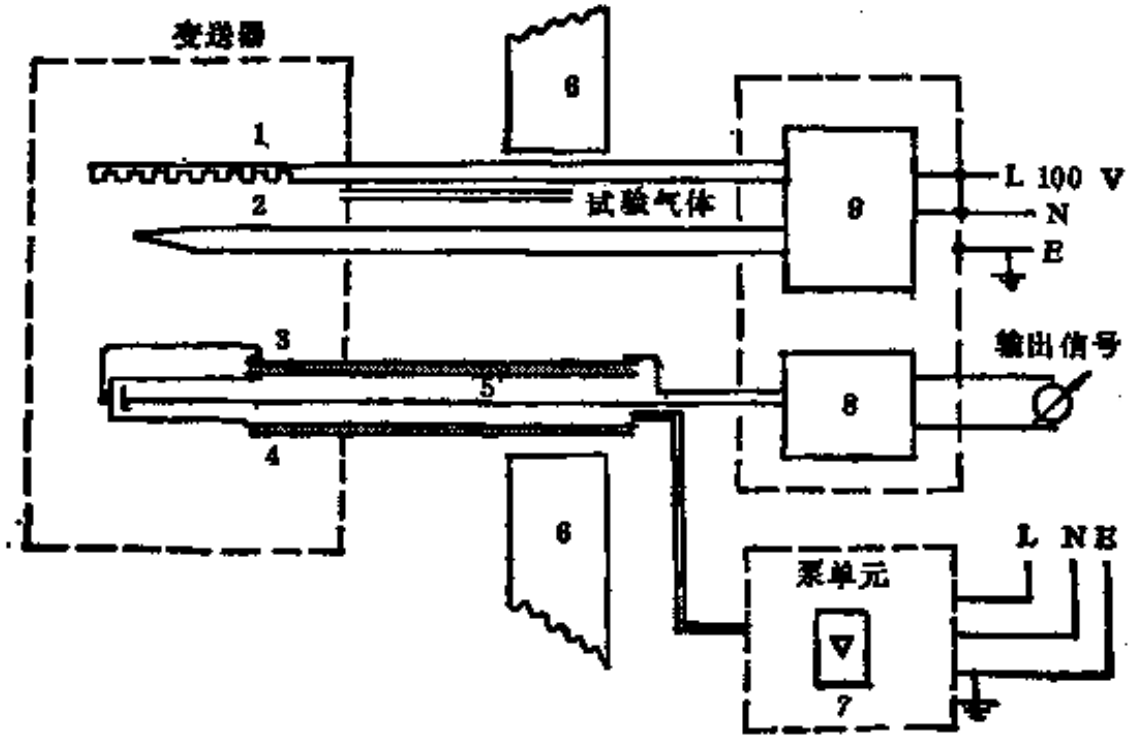


图 15-101　烟气含氧量测量仪动作原理图

1—加热原件　2—热电偶　3—外电极　4—氧化锆管　5—内电极
6—炉墙　7—测量指示器　8—MV/I变换器　9—温度控制组件

在远离变送器的插入点处，装在通风盒内。

动作原理：

如图15-10所示，氧含量变送器由氧化锆管和附着在其闭路端内外表面上的铂电极所组成。利用纯净的氧离子使固体电解质材料导电，该装置的输出值与氧气含量成比例。

空气由内电极（参比电极）供给，以保证恒定的氧气分压，此时，被测气体（烟气）与外电极接触。在这两个电极之间产生了电压，此值就是温度值和在两个电极上氧气分压比的函数值，如下式所示：

$$E=0.0496T\log_{10}\left(\frac{P_0}{P_1}\right)+C \quad (\mathrm{mV}) \qquad (15—23)$$

式中 T——绝对温度（K）；

P_0——参比气体分压；

P_1——试样（被测）气体分压；

C——变送器常数。

由于变送器温度（T）被控制为固定温度，而参比电极分压保持在恒定的数值上，则变送器中输出值的变化将完全依赖于外电极烟气中氧气分压的变化。该输出值通常是对数值(表15-21)

表 15-21

O_2浓度	输出值	
	变送器（mV）	被变换的输出值(mA)
体积浓度的0.1%	112	4
1%	63	12
10%	15.5	20

特点：反应快；精度高；插板式电子组件；易于安装；装有热电偶断路保护电路。

技术规格：

a. 测量范围：0.1～10%O_2（对数刻度）；

b. 输出值：　4～20mA，最大750Ω；

　　0～20mA，最大750Ω；

　　0～10mA，最大24Ω。

c. 精度：对数输出值：实际读数的±5%。

d. 环境温度：　变送器：+20～600℃；

　　电子单元：−10～+55℃；

　　泵单元：−10～+55℃。

e. 变送器：　参比气源：15—20l/h；

　　插入深度：0.6、1.2或1.8m。

近年来，我国东北电业管理局技术改进局和沈阳陶瓷厂等单位研制了氧化锆管测量元件，为我国锅炉烟气快速测氧和燃烧自动调节系统的改进展示了广阔的前景。因此被列为水电部的重点推广应用项目之一。沙市热电厂也在采用这种仪表。其测量原理和公式与国外的同类产品一致。

（十五）定量调节阀

在纸页定量水分控制系统中，定量调节阀有很重要的地位，它的动作原理、结构和规格均与一般调节阀不同。美国、日本等国家均生产这种特殊装置。

美国Fisher Controls公司生产的347-1061—V100型定量调节阀，把V100型V型球阀、1061型执行器、3579型电磁阀复式组件以及347型气动一液压系统组合起来，供纸浆定量的精确，可靠的控制之用。

其动作原理：如图15-102所示，由电子计算机或其他装置来的电脉冲作用于3579型多路电磁阀组件中的电磁阀，则阀门打开的时间就等于脉冲的延续时间。这些打开的阀门就确定了液体的流向，从而也就决定了执行机构活塞向上或向下的移动方向。为

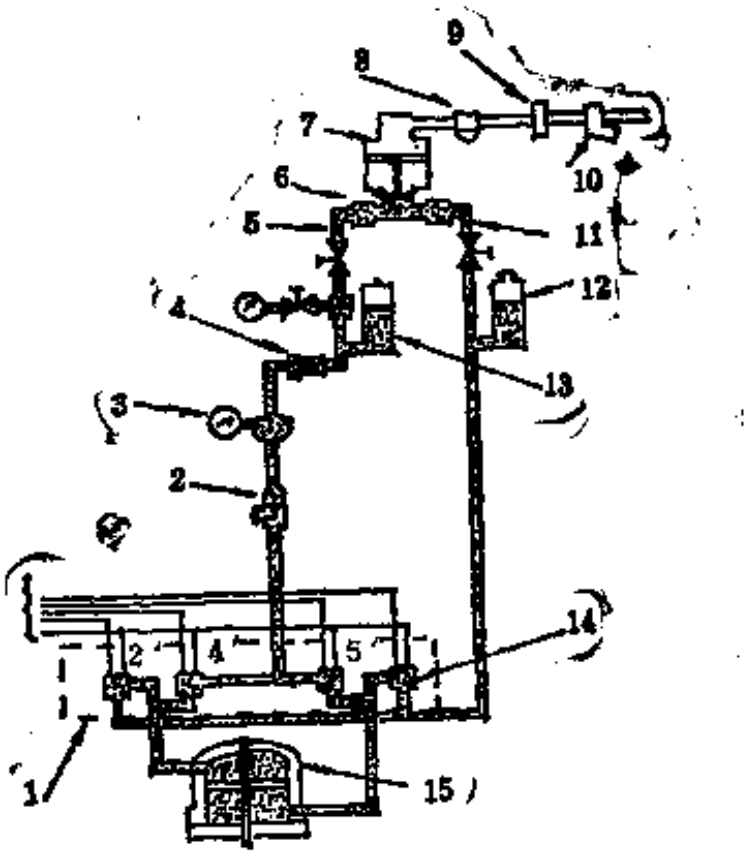


图 15-102　347-1061-V100型定量调节阀动作原理图

1—3579型多路电磁阀　2—速度控制阀（可选择的）　3—1301型减压阀（可选择的）　4—P595型过滤器（可选择的）　5—供油管　6—检查阀　7—气动—液压泵　8—雾化器　9—64型减压阀　10—262型过滤器　11—回流管　12—贮油器　13—缓冲器　14—电磁阀　15—1061型执行器

使活塞向下移动，脉冲打开阀 1 和阀4′。由于阀4′打开，液压加在活塞顶部，同时活塞下部的液体通过阀 1 流入贮油器内。为使活塞向上移动，脉冲打开阀2′和阀5′。由于阀5′打开，液压加压在活塞下部，同时活塞上部的液体通过阀2′流入贮油器内。

64型减压阀把气源压力减至表压137kPa (1.4kgf/cm²)作为它进入347型系统中气动-液压泵之用。该气源经262C 型过滤器过滤，然后雾化润滑，以确保泵的寿命长。泵的输出流入到活塞缓冲器中，它保持电磁阀油压恒定，因此，该系统可在泵的运行期间反映出脉冲数多少。

图15-103为3555型位置指示器简图。它由3555M型电源、3555

V—100型（V型球阀），

从1英寸至12英寸阀体规格均可使用；

1061型气动活塞式执行机构，有30、40和60三种规格；

3679型多路电磁阀组件；

电源，117V，60Hz，单相；

347型气动液压系统；

输入信号　（气动），137kpa（1.4kg/cm²）；

输入信号（电脉冲）；振　　幅，117V（A、C）

宽　　度，16ms（min）

脉冲间隔，150ms（min）

耗气量，当泵在工作时约0.56m³/h（标准情况下）

液体需要量，MIL-11-5606型，容量为1.14dm³

行程速度，在下列范围内是可调的；

执行机构规格	行程速度范围	
	in/min	mm/min
30	1～1.7	25～43
40	0.3～1.3	8～32
60	0.25～0.46	6～12

3555型活塞指示器（可选择）；

功率消耗，　　2W

电位器电阻，　　1000Ω

输出信号，　　0～1mA（D、C）

电源，　　90～125V50或60Hz

介质温度，3555T型电位器，－5～71℃

3555M型电源，－1～30℃

阀杆转角，0～350°

连接电缆，3线；电阻，每根线最大为60Ω；

仪表精度，±2%（满刻度）

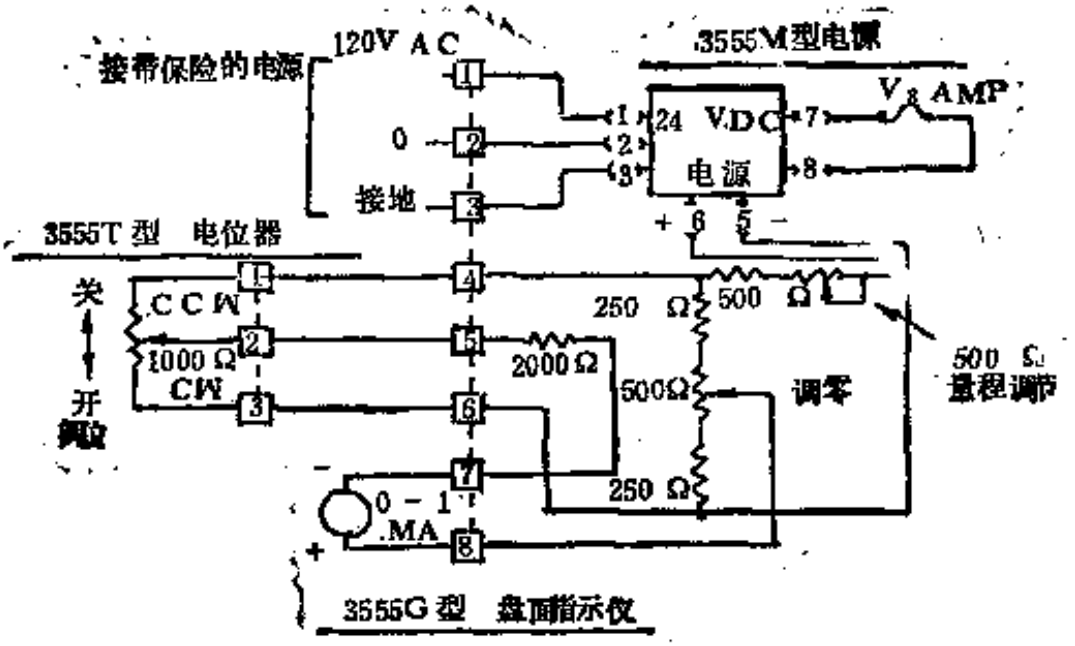


图 15-103 3555型阀位指示器简图

T型电位器和3555G型仪表组成。在工作期间，电源把120V(AC)变换成可调的24V(D.C)，并把该电压作为惠斯登桥路电压。电桥的一半为串联在两个250Ω电阻中的500Ω 零位调节电阻；电桥的另一半是3555T 型电位器。给电位器提供的电压可以由量程调节来改变。

当球阀移动时，电位器滑线的位置跟着改变，电桥输出信号在 0 和 1 mA(D.C)之间与阀位按比例变化。该输出信号在3555G型仪表上显示出来：0 %表示阀门全关，100%表示全开。

其技术规格如表15-22所示。

第三节　自动调节仪表

一、变 送 器

（一）温度变送器

1. 气动温度（包括毫伏）变送器（见表15-23）
2. 电动温度变送器（见表15-24）

（二）压力变送器

1. 气动压力变送器（见表15-25）
2. 电动压力变送器（见表15-26）

（三）差压变送器

1. 气动差压变送器（见表15-27）
2. 电动差压变送器（见表15-28）

表 15-23

名　称	型　号	配用的感温元件	分度号	测量范围（℃）	生产厂
热电偶式温度变送器	QBW-31 QBW-310	镍铬-镍铝热电偶	EU-2	0～300，200～500，400～700，600～900，800～1100	上海自动化仪表一厂等
	QBW-33 QBW-320	铂铑-铂热电偶	LB-3	800～1600	
	QBW-32 QBW-330	镍铬-考铜热电偶	EA-2	−50～+150，0～200，100～300，200～400，300～500，400～600	
	QBW-34	铁-康铜热电偶	TK	−50～+150，100～300，200～400，300～500，400～600，500～700，670～870	
热电阻式温度变送器	QBW-21 QBW-200	铜热电阻	G	−50～+50，−50～+100，0～50，0～100，0～150	
	QBW-23 QBW-210	铂热电阻	BA_1 B_1	−120～+30，0～100，0～150，0～200，0～300，0～400，0～500，300～500	

续表

名　称	型　号	配用的感温元件	分度号	测量范围（℃）	生产厂
热电阻式温度变送器	QBW-24 QBW-220	铂热电阻	BA_2 B_2	−200～−70，−120～+30，−90～+50，0～50，0～100，0～150，0～200，0～300，0～400，0～500，200～500	上海自动化仪表一厂等
热电阻温差变送器	QBW-41 QBW-400	铜热电阻	G G	量程25℃ 温差0～25℃	
	QBW-43 QBW-410	铂热电阻	BA_1 B_1	量程10，25℃ 温差0～25℃，0～10℃	
	QBW-44 QBW-420	铂热电阻	BA_2 B_2	量程5，10 温差0～5℃，温差0～10℃	
组包式温度变送器	QBW-10			量程25、50、100、150℃，测量范围0～25，25～50，50～75，75～100，0～50，50～100，100～150，0～100，100～200，200～300，0～150，150～300	
气动毫伏变送器	QBH-100	根据用户具体情况而定		0～10mV (DC)	

表 15-24

名　称	型　号	测量元件		性　能	生产厂
		名　称	分度号		
热电偶温度变送器	DBW-100	镍铬-镍铝热电偶 镍铬-镍硅热电偶 铂铑-铂热电偶 镍铬-考铜热电偶	EU-2 LB-3 EA-2	精度1.0级，零点可迁移50mV，量程可在5～20mV内调整	北京自动化技术研究所等
热电阻温度变送器	DBW-200	铜热电阻 铂热电阻	G (R_0=53Ω) B (R_0=100Ω)	精度1.0级，零点可迁移，量程可调整	
热电偶温差变送器	DBW-300	镍铬-镍铝热电偶 铂铑-铂热电偶 镍铬-考铜热电偶	EU-2 LB-3 EA-2	1mV，精度2.5级； 3mV，精度1.5级； 5mV，精度1.0级； 10mV，精度0.5级	
热电阻温差变送器	DBW-400	铜热电阻 铂热电阻	G B	1mV，2.5级 3mV，1.5级 5mV，1级 10mV，0.5级	
直流毫伏变送器	DZH-1			同上	

表 15-25

型号①	测量范围	测量元件		重量 (kg)	生产厂
		名称	材料		
QBY-11	0～600，0～1000，0～1600，0～2500，0～4000，0～6000，0～10000mmH_2O	膜片	Ni36CrTiAl	6	上海自动化仪表一厂 武汉市汉阳区仪表厂等
QBY-21	0～1.6，0～2.5，0～4，0～6，0～10，0～16，0～25kgf/cm²	波纹管	1Cr18Ni9Ti	5.5	上海自动化仪表一厂 武汉市汉阳区仪表厂等
QBY-31	0～25，0～40，0～60，0～100kgf/cm²	弹簧管	铬钒钢	6.5	上海自动化仪表一厂 武汉市汉阳区仪表厂等
QBY-32	0～100，0～160，0～250，0～600kgf/cm²	弹簧管	铬钒钢	6.5	上海自动化仪表一厂 武汉市汉阳区仪表厂等
QBY-200②	0～600，1000，1600，2500，4000，6000mmH_2O				西安仪表厂
QBY-201	0～600，1000，1600，2500，4000，6000mmH_2O				
QBY-210	0～1，1.6，2.5，4，6，10kgf/cm²				
QBY-211	0～1，1.6，2.5，4，6，10kgf/cm²				
QBY-300	0～16，25，40，60，100kgf/cm²				
QBY-301	0～16，25，40，60，100kgf/cm²				
QBY-310	0～100，160，250，400，600kgf/cm²				
QBY-311	0～100，160，250，400，600kgf/cm²				

续表

型号	测量范围	测量元件		重量 (kg)	生产厂
		名称	材料		
QBY-820[②] QBY-830[②]	0～1000，1600，2500，4000，6000mmH_2O 0～6000，10000，16000，25000mmH_2O				
QBY-211	0～0.1至0～1kgf/cm^2	波纹管	磷青铜	6.5	广东仪表厂等
QBY-221	0～1至0～10kgf/cm^2	波纹管	磷青铜	6.5	
QBY-331	0～10至0～100kgf/cm^2	弹簧管	50铬钒钢	7.4	
QBY-341	0～100至0～600kgf/cm^2	弹簧管	50铬钒钢	7.4	
QBF_1-30[③] QBF_2-30[③]	1600，2000，2500，4000，6000，8000，10000， 20000，30000，40000，50000mmH_2O	测量膜片	Cr18Ni12Mo2Ti	3	
QBY-81 QBY-82	10，16，25，40，60，100mmH_2O 100，160，250，400，630，1600mmH_2O	波纹管	1Cr18Ni9Ti	1	

① 型号阿拉伯数字最后一位为"0"时，为不带迁移装置的；"1"为带迁移装置的。迁移后量程上、下限的绝对值，不能超过该仪表量程的上限。

② QBY-820和QBY-830型为绝对压力变送器

③ QBF_1-30型、为平法兰压力变送器，QBF_2-30型为插入式压力变送器

④ 1kg/cm^2=98kPa，1mmH_2O=9.8Pa

表 15-26

名　称	型　号	测量范围 (kg/cm^2)	精度	生产厂
压力变送器	DBY-120	0～1，0～1.6，0～2.5，0～4，0～6，0～10	0.5	大连仪表厂
压力变送器	DBY-130	0～10，0～16，0～25，0～40，0～60，0～100	0.5	大连仪表厂
压力变送器	DBY-140	0～100，0～160，0～250，0～400，0～600	0.5	大连仪表厂
压力变送器	DBY-150	0～600，0～1000，0～1600，0～2500	1	大连仪表厂
压力变送器	DBY-121 DBY-131 DBY-141	0～1，……0～10 0～10，……0～100 0～100，……0～600	±0.5% ±0.5% ±0.5%	天津市仪表厂
负压力变送器	DBY-010	0～－100；0～－160，0～－250，0～－400，0～－600，0～－760 mmH_2O	0.5	西安仪表厂
微压力变送器	DBY-110	0～0.1，0～0.16，0～0.25，0～0.4，0～0.6，0～1	0.5	
低压力变送器	DBY-120	0～1，0～1.6，0～2.5，0～4，0～6，0～10	0.5	
中压力变送器	DBY-130	0～16，0～25，0～40，0～60，0～100	0.5	

续表

名　称	型　号	测量范围 (kg/cm²)	精度	生产厂
高压力变送器	DBY-140	0～100；0～160；0～250；0～400；0～600	0.5	西安仪表厂
大压力变送器	DBY-150	0～600；0～1000；0～1600；0～2500	1	
绝对压力变送器	DBY-210	0～100；0～160；0～250；0～400；0～600mmH_2O	1.5	
绝对压力变送器	DBY-220	0～1000；0～1600；0～2500；0～4000；0～6000mmH_2O	1	
绝对压力变送器	DBY-230	0～4000；0～6000；0～10000；0～16000；0～25000mmH_2O	1	
微压力变送器		0～0.1…0～0.3；0～0.3…0～1	±0.5%	上海调节器厂
低压力变送器		0～1…0～3；0～3…0～10		
中压力变送器		0～10…0～30；0～30…0～100		
高压力变送器		0～100…0～250；0～250…0～600		
负压力变送器		0～100…0～300；0～250…0～760mmHg		
绝对压力变送器		0～160…0～500；0～500…0～1600mmHg		
绝对压力变送器	DBY-220	0～40；0～60；0～100；0～160；0～250；0～400	1	大连仪表厂
	DBY-230	0～250；0～400；0～600；0～1000；0～1600	1	

1kg/cm²=98kPa；1mmH_2O=9.8Pa；1mmHg=133Pa。

表 16-27

型号	测量范围 (mmH_2O)	量程 (mmH_2O)	精度	最大静压 (kgf/cm^2)	测量元件	生产厂
QBC-100	0～10～60	0～6，10，16，25，40，60	1.5	0.1	丁腈橡胶薄膜	西安仪表厂等
QBC-210	0～40～400	0～40，60，100，160，250，400	1	1	丁腈橡胶薄膜	
QBC-320	0～100～600	0～100，160，250，400，600	1	64	Ni36CrTiAl 不锈钢膜盒	
QBC-300	0～1000～6000	0～1000，1600，2500，4000，6000	1	64	Ni36CrTiAl 不锈钢膜盒	
QBC-400	0～1000～6000	0～1000，1600，2500，4000，6000	1	100	Ni36CrTiAl 不锈钢膜盒	
QBC-500	0～1000～6000	0～1000，1600，2500，4000，6000	1	160	Ni36CrTiAl 不锈钢膜盒	
QBC-310	0～6000～2500	0～6000，10000，16000，25000	1	64	Ni36CrTiAl 不锈钢膜盒	
QBC-410	0～6000～25000	0～6000，10000，16000，25000	1	100	Ni36CrTiAl 不锈钢膜盒	
QBC-510	0～6000～25000	0～6000，10000，16000，25000	1	160	Ni36CrTiAl 不锈钢膜盒	

续表

型号	测量范围 (mmH_2O)	量程 (mmH_2O)	精度	最大静压 (kgf/cm^2)	测量元件	生产厂
QBC-11	10～60		±1%	0.5	金属膜片	上海自动化仪表一厂 型号后加"A"为正迁移；"B"为负迁移
QBC-21 QBC-21A QBC-21B	100～600		±1%	25	金属膜盒	
QBC-31 QBC-31A QBC-31B	600～4000		±1%	160	金属膜盒	
QBC-32 QBC-32A QBC-32B	600～4000		±1%	320	金属膜盒	
QBC-33 QBC-33A QBC-33B	600～4000		±1%	64	金属膜盒	
QBC-34 QBC-34A QBC-34B	600～4000		±1%	25	金属膜盒	

续表

型号	测量范围 (mmH_2O)	差程 (mmH_2O)	精度	最大静压 (kgf/cm^2)	测量元件	生产厂
QBC-41 QBC-41A QBC-41B	4000～20000		±1%	160	金属膜盒	上海自动化仪表一厂
QBC-42 QBC-42A QBC-42B	4000～20000		±1%	320	金属膜盒	
QBC-43 QBC-43A QBC-43B	4000～20000		+1%	64	金属膜盒	
QBC-44 QBC-44A QBC-44B	4000～20000		+1%	25	金属膜盒	
QBC-51	2.5～25kgf/cm²		±1%	320	金属膜盒	

续表

型号	测量范围 (mmH_2O)	量程 (mmH_2O)	精度	最大静压 (kgf/cm^2)	测量元件	生产厂
QBC-100 QBC-101	3～10～60	可在测量范围内任选	1	0.5	Ni36CrTiAl	天津红旗仪器厂
QBC-210 QBC-211	0～40～400		1	1	丁腈橡胶膜片	
QBC-300 QBC-201	0～40～250 mmHg		1	160	Ni36CrTiAl 膜盒	
QBC-310 QBC-311	0～400～1000 0～1600mmHg		1,1.6	160	Ni36CrTiAl 膜盒	
QBF_1-22 QBF_1-24		100；160，250，400；600		25 64		上海自动化仪表一厂
QBF_1-32 QBF_1-34		600，1000；1600，2000， 2500，4000，6000，10000		25 64		单平法兰
QBF_3-32 QBF_3-34				25 64		单插入式法兰
QBF_1-42 QBF_1-44		4000；6000，10000；16000， 20000		25 64		单平法兰

续表

型号	测量范围 (mmH_2O)	量程 (mmH_2O)	精度	最大静压 (kgf/cm^2)	测量元件	生产厂
QBF3-42 QBF3-44		4000，6000，10000，16000， 20000		25 64		单插入式法兰
QBF2-22 QBF2-24		100，160，250，400，600		25 64		双平法兰
QBF4-22 QBF4-24		100，160，250，400，600		25		一边平法兰， 一边插入式法兰
QBF2-34 QBF4-34 QBF5-34		1000，1600，2500，4000， 6000，10000		64 64 64		双平法兰 一边平法兰，一边插入式法兰 双插入式法兰
QBF2-31 QBF4-31 QBF5-31		1600，2000，2500，4000		5 5 5		双平法兰， 一边平法兰，一边插入式法兰 双插入式法兰

$1kg/cm^2=98kPa$，$1mmH_2O=9.8Pa$，$1mmHg=133Pa$。

表 15-28

名　称	型　号	测量范围（mmH_2O）	静　压 (kgf/cm^2)	精度等级	生产厂
微差压变送器	DBC-110	0～6—0～60	0.5	2.5	北京自动化仪表厂
低差压变送器	DBC-210	0～60—0～600	16	1.0	
中差压变送器	DBC-310	0～600—0～6000	64	0.5	西安仪表厂
高差压变送器	DBC-320	0～2500—0～25000	64	0.5	
	DBC-101	0～20　0～60	0.5		上海调节器厂
	DBC-201	0～60　0～200	25		
	DBC-202	0～200　0～600	25		
	DBC-301	0～600　0～2000	64		
	DBC-302	0～2000　0～6000	64	±3%	
	DBC-303	0～8000　0～25000	64		
微差压变送器	DBC-110	0～6，0～10，0～16，0～25，0～40，0～60	0.5	2.5	大连仪表厂
低差压变送器	DBC-210	0～100，0～160，0～250，0～400，0～600，0～1000	25	0.5	

续表

名　称	型　号	测量范围 (mmH_2O)	静　压 (kgf/cm^2)	精度等级	生产厂
中差压变送器	DBC-310	0～600，0～1000；0～1600，0～2500；0～4000，0～6000	64	0.5	大连仪表厂
高差压变送器	DBC-320	0～2500；0～4000；0～6000，0～10000；0～16000；0～25000	64	0.5	
	DBC-211	0～160—0～600	1	1	天津市仪表厂
	DBC-311	0～160—0～600	16	0.5	
	DBC-321	0～1000—0～4000	64	0.5	
	DBC-331	0～6000—0～25000	64	0.5	
微差压流量变送器	DBL-110	0～6—0～60	0.6	2.5	北京自动化仪表厂
低差压流量变送器	DBL-210	0～60—0～600	16	1.5	
中差压流量变送器	DBL-310	0～250—0～2500	64	1.5	
差压流量变送器	DBL-210	0～100，0～160，0～250，0～400，0～600	25	1.5	大连仪表厂
	DBL-310	0～600，0～1000，0～1600，0～2500	64	1.5	
	DBL-320	0～2500，0～4000，0～6000，0～10000，0～16000	64	1.5	

二、调 节 器

(一) 调节器的选型

在调节系统设计中，选择合适的调节器是一个重要的步骤，经验证明，相同的调节系统用于不同的生产过程时，其调节质量往往是有差异的。所以，必须对调节对象、测量元件、变送器和调节阀的特性进行分析，根据对象和测量元件时间常数和纯滞后大小，干扰幅度的大小和频繁程度，对象有无自衡作用等条

表 15-29　　对象特性表

被调节参数	容　量	时间常数	纯滞后
温　度	通常为双容以上	中或大	小～大
压　力	通常为单容	小或中	小
流　量	容量近似零	极　小	小
液　位	通常为单容	小或中	小

表 15-30　　对象特性与调节规律表

调节规律 \ 对象特性	滞后时间				干扰（负荷变化）					自衡作用		对象反应速度	
	容量滞后		纯滞后		幅度大小		速度		噪音				
	大	小	中	小	大	小	中	小		有	无	快	慢
两位或三位调节	○	△	×	△	×	○	×	○	○	○	○	×	○
积分	△	○	×	△	○	○	○	○	○	○	×	○	○
比例	○	△	△	○	△	○	△	○	○	○	○	△	○
比例积分	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
比例微分	○	△	○	○	△	○	△	○	×	○	○	○	○
比例积分微分	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○

注：○、合适，△、尚可，×、不合适。

件，以选择合适的调节器（如表15-29和表15-30所示）。在选择调节器时，除了考虑调节质量这一重要因素外，还应考虑节约投资和操作方便两个因素。目前常用的调节器型式主要有四种：位式、比例式、比例积分式和比例积分微分式。下面分别叙述各种调节规律对调节质量的影响，以作为调节器选型的依据。

1. 位式调节器

位式调节器的动作规律是：当被调参数偏离给定值时，调节器输出信号达到最大值或最小值，从而使调节阀全开(或最大)或全关（或最小)；或者使电动机开停，使电加热器主回路开关"通"、"断"等等。常见的位式调节器有两位式和三位式，两位式调节系统的调节阀只有两个位置即全开(或最大)或全关(或最小)三位式调节系统的调节阀则有三个位置即全开（或最大)，中间和全关(或最小)。采用位式调节允许被调参数有持续的小幅度波动，这种等幅振荡使调节系统动作频繁，使一些可动部件如调节阀的阀芯、阀座或磁力起动器的触头磨损，容易损坏。如果采用带有中间区域的位式调节器，这样振荡周期就较长，使调节系统的动作次数减少，减轻可动部件的磨损。

位式调节系统适用于单容对象，其容量系数或时间常数较大，纯滞后较小，负荷变化不大也不剧烈的场合。如常用的恒温箱，电烘箱等的温度调节系统，脱水罐放水的液位调节系统，以及气动仪表供气系统空气压缩机空气贮罐的压力调节系统。

位式调节器是价格最低和最简单的调节器，在生产过程中实现位式调节是比较简便的，凡是有上、下限触点的检测仪表都可以作为位式调节器，再配上一些中间继电器、磁力起动器及快开式调节阀、电磁阀或电动机等，便可以构成位式调节系统。

2. 比例式调节器

比例调节器能按被调参数与给定值的偏差值大小和方向，发出与偏差成比例的输出信号，不同的偏差对应不同的阀门位置，动作比两位式或三位式调节器平滑得多。

表 15-31　　二位、三位式调节器

名称	型　号	配用的测量元件	分度号	测　量　范　围	生产厂
动圈式温度指示调节仪	XCT-101(二位) XCT-111(三位) XCT-121(三位)	镍铬-考铜热电偶	EA-2	0～300，0～400，0～600℃	上海自动化仪表六厂
		镍铬-镍铝热电偶	EU-2	0～800，0～1100，0～1300℃	
		铂铑-铂热电偶	LB-3	0～1600℃	
		WFT-202辐射感温器	T	700～1400，900～1800，1100～2000℃	
	XCT-102(二位) XCT-112(三位) XCT-122(三位)	铜热电阻	G	0～30，50，100℃，－50～50， －50～100，0～150℃	
		铂热电阻	BA_1 BA_2	0～30，50，100，150，200，250，300， 400，500℃，－50～50，100，－100～0， －100～50，100，－120～30，－150～50， 150，－200～60，500，＋200～600℃	
	XCT-103(二位)	霍尔变送器		霍尔变送器输入信号为0～20，0～50mV	
	XCT-104(二位)	远程压力变送器			

续表

名称	型　号	配用的测量元件	分度号	测　量　范　围	生 产 厂
调节式测温毫伏计	EFT-100(二位) EFT-110(三位)	镍铬-考铜热电偶	EA-2	0～300，400，600℃	上海自动化仪表六厂
		镍铬-镍铝热电偶	EU-2	0～600，800，1100，1300℃	
		铂铑-铂热电偶	LB-3	0～1600℃	
		WFT-202	T_2	700～1400，900～1800℃	
调节式测温比率计	ELT-100(二位) ELT-110(三位)	铜热电阻	G	0～50，100，120，−50～50，100℃	
		铂热电阻	B_1，BA_1	0～50，100，150，200，250，300，400，500℃，	
			B_2，BA_2	−200～50，500℃	
				−150～50，150℃	
				−100～0，50，100℃	
				−50～50，100℃	
				+200～500℃	

比例调节器适用于负荷变化较小，纯滞后不太大，时间常数较大而工艺要求又不高的调节系统，如某些塔和贮罐的液位、气体和蒸汽总管的压力调节系统。在一般情况下，如果能较好地使用比例调节器，都可以获得较好的效果。比例调节器的主要缺点是调节的最终结果有残余偏差，特别是当负荷变化幅度大时，为了补偿负荷变化，所需的调节阀开度变化必将很大，这就要调节器有较大的偏差输入，从而使残余偏差很大。特别是当系统的纯滞后较大，不允许将比例度整定得很小时，残余偏差将会很大。对于纯滞后较大，时间常数较小以及放大系数较大的对象采用比例调节器时，比例度就必须整定得大些，这样残余偏差就大，故

表 15-32　　比例式调节器

名　称	型　号	规　格	精度	生产厂
气动比例调节器	QTB-400	比例带5～250%	±1%	广东仪表厂等
动圈式温度指示调节仪	XCT-131	与热电偶辐射感温器配合，对0～2000℃范围内各种工业炉中的气体、液体、蒸汽和烟气的温度进行指示和时间比例调节。比例带4±1%	1	上海自动化仪表六厂
	XCT-132	与热电阻配合使用，对—200～+500℃范围内各种工业炉中的气体、液体、蒸汽和烟气的温度进行指示和时间比例调节 比例带4±1%	1	上海自动化仪表六厂

选用此调节器应当注意。

3. 比例积分调节器

比例积分调节器的信号不象比例调节器那样仅仅与输入偏差保持一定的比例关系，调节器的输出还与输入偏差值对时间的积分成正比。所以当输入偏差存在时，调节器的输出一直在变化，直到输入偏差值等于零时为止。由于比例积分调节器具有这一特性，所以可消除残余偏差，使被调参数最终回到给定值。

比例积分调节器适用于负荷变化较大，纯滞后不太大，时间常数不是太大而被调参数不允许与给定值有偏差的调节系统，例

表 15-33　　比例积分调节

名称	型号	比例度P	积分时间 I(min)	精度	生产厂
气动比例积分调节器	QTL-500	3～250%	0.05～20	±1%	沈阳市气动仪表厂
		5～250%	0.05～20	±1%	广东仪表厂、邯岩仪表厂、天津市调节器厂、西安仪表厂
气动比例积分调节器	QTL-510	3～250%	0.05～20	±1%	沈阳市气动仪表厂
		5～250%	0.05～20	±1%	广东仪表厂
	QTL-400	3～250%	0.02～5	±1%	沈阳市气动仪表厂
		5～250%	0.02～5	±1%	广东、邯岩仪表厂
	QTL-821	10～500%	0.05～20	±2%	广东仪表厂
	QTL-21	5～300%	0.01～10	±1%	上海自动化仪表一厂
	QTL-23	5～300%	0.05～∞		
	QTL-31	10～500%	0.01～10		
	QTL-33	10～500%	0.05～∞		
电动比例积分调节器	DTL-111	10～300%	0.05～2		北京自动化仪表厂、西安仪表厂
	DTL-131	10～300%	0.05～2		
	DTL-110	12～300%	0.1～2		上海调节器厂，大连仪表厂
	DTL-130	12～300%	0.1～2		

如流量调节系统，管道压力调节系统等，在造纸生产过程中多数系统都可以采用。对于纯滞后和容量滞后都特别大的对象或者负荷变化特别激烈的对象，由于积分作用的迟缓性质，调节作用不够及时，使调节时间较长，最大偏差也较大。在这种情况下还应考虑增加微分作用。

4.比例积分微分调节器

比例积分微分调节器是将比例、积分、微分三种调节规律结合起来的三作用调节器。三种调节规律可概括为：比例作用的输出与偏差值成正比，积分作用的输出变化速度与偏差值成正比，微分作用的输出与偏差的变化速度成正比。

采用比例积分微分调节器，不仅加强了调节系统克服干扰的能力，而且系统的稳定性也显著提高。引入微分作用不仅可以把比例度相应减小，而且还可以把积分时间缩短，能够使系统应用较小的比例度不致产生振荡，采用较强的积分作用而不会造成稳定性的降低。对于容量滞后较大，纯滞后不太大、不允许有余差的对象，采用比例积分微分调节器，可以全面地改善调节质量，例如温度调节系统多采用比例积分微分调节器。但是，微分作用对克服纯滞后却显示不出良好的效果，因为在纯滞后阶段内，调节器的输入偏差变化速度为零，微分调节部分不起作用，在这种情况下，应从工艺和仪表安装上尽量消除和减少纯滞后时间。

5.调节器选型

各种调节器的应用场合大致如下：

（1）当对象调节通道和测量元件的时间常数 T_0 较大，纯滞后τ很小，即 τ/T_0 很小时，应用微分作用可以获得相当良好的效果。这时各类调节器对调节质量的影响，以比例积分微分作用、比例微分作用为最好，比例作用次之，比例积分作用最差。

（2）当对象调节通道和测量元件的时间常数 T_0 较小，纯滞后τ较大，$\tau>\frac{1}{2}T_0$ 时，采用微分作用就不可能提供很多好处。

表 15-34

比例积分微分调节器

名　称	型　号	比例度P	积分时间 I(min)	微分时间D (min)	精度	生产厂
气动比例积分微分调节器	QTS-441 -421	5～250%	0.02～5	0.05～10	±1.6%	广东仪表厂
	QTS-541 -521	5～250%	0.05～20	0.05～10	±1.5%	
	QTM-23	5～300%	0.05～∞	0.01～10	1%	上海自动化仪表一厂
	QTM-33	10～500%	0.05～∞	0.01～10	1%	
	QTM-21	5～300%	0.01～10	0.01～10	1%	
	QTM-31	10～500%	0.01～10	0.01～10	1%	
长图自动平衡记录调节仪	XWD_1-500 XQD_1-500	10～600	0.3～70	0.05～10		济南仪表厂
	XWD_1-501 XQD_1-501	10～500%	0.3～70	0.05～10		

续表

名　称	型　号	比例度P	积分时间 I(min)	微分时间D (min)	精度	生产厂
电动比例积分微分调节器	DTL-121	2～200%	0.2～20	0～5		北京自动化仪表厂、西安仪表厂
	DTL-141	2～200%	0.2～20	0～5		
	DTL-150 DTL-151	0.5～200% 2～200%	0.1～20	0.1～10		
	DTL-120	2～200%	0.1～20 0.1～10	0.1～10 0.1～5		上海调节器厂，大连仪表厂
	DTL-140	2～200%	0.1～20 0.1～10	0.1～10 0.1～5		
精圆式温度指示调节仪	XCT-191 XCT-192	约为满刻度4%	4	0.17	±5	上海自动化仪表六厂等

（3）当对象调节通道时间常数T_o较小，系统负荷变化较大时，为了消除干扰引起的余差，除了比例作用外，还应采用积分作用。如流量调节系统。

（4）当对象调节通道时间常数T_o较小，而负荷变化很快，这时微分作用和积分作用都要引起振荡，对调节质量的影响很大。如果对象调节通道的时间常数很小，采用反微分作用可以收到良好的效果。

（5）如果对象调节通道纯滞后很大，负荷变化也很大，这时，简单调节系统无法满足要求，只好设计更复杂的调节系统来进一步加强抗干扰能力，以满足工艺生产的要求。

几点说明：

（1）在比例积分调节器中有宽、窄比例度和快、慢积分时间以及正、反微分器之分。窄比例度即普通型调节器其比例度气动仪表为5～300%，电动仪表为2～200%，宽比例度电动仪表为2～500%，气动仪表为5～500%，它用于纯滞后较大，时间常数较小以及放大倍数较大的情况，这时比例度大些系统就稳定。在干扰出现后，调节器的输出变化较小，调节阀阀芯移动就小，这样被调参数的变化也就很缓慢。在特定条件下，如均匀调节就需要宽比例度的比例积分调节器。所谓慢积分即普通型比例积分调节器积分时间气动仪表为3s至无穷大，电动仪表为6～1200s，快积分时向电动仪表为3～300s，气动仪表为0.6～600s．它用于流量和管道压力等滞后很小的对象。

（2）一般谈到的微分作用，是指正微分作用，它用于时间常数和容量滞后较大，纯滞后很小的对象，例如温度调节系统。对于对象调节通道时间常数很小的场合，采用反微分降低系统的灵敏度，可以得到满意效果。

（3）微分单元可以设置在调节器与调节阀之间，也可以设置在变送器与调节器之间。一般情况下推荐微分单元设置在变送器与调节器之间的方案。因为这样有助于减少由于测量元件及传

送滞后（对气动仪表而言）而引起的动态误差，使得在记录仪表的记录纸上看到真实的变化；同时还有利于克服积分饱和现象；对给定作用的变化不敏感。但应注意，当被测参数波动较频繁，或变送器输出信号有脉动情况时不宜将微分单元放在变送器至调节器之间，而应将微分单元放在调节器至调节阀之间。此时在变送器输入端或者输出端应加阻容滤波装置以减小输入调节器的信号中的干扰。

（二） 调节器参数的整定方法

1.简单调节系统调节器参数的整定方法

（1）稳定边界法　这种方法也称为临界比例度法，它是目前应用较广的一种整定参数的方法。这个方法的特点是：可以不需要求得调节对象的特性，而直接在闭合的调节系统中进行整定。

稳定边界法是这样进行的：先将调节系统投入自动，等到系统稳定后，把积分时间放到最大，微分时间放到零，也就是说把调节器变成纯比例调节器。然后，逐步将调节器比例度减小，细心观察输出风压（电流）和调节过程的变化情况：如果调节过程的波动是衰减的，则应把比例度继续放小；如果调节过程是发散的，则应把比例度放大，直到持续四至五次等幅振荡为止（如图15-104所示）。此时的比例度就是临界比例度δ_k，来回振荡一

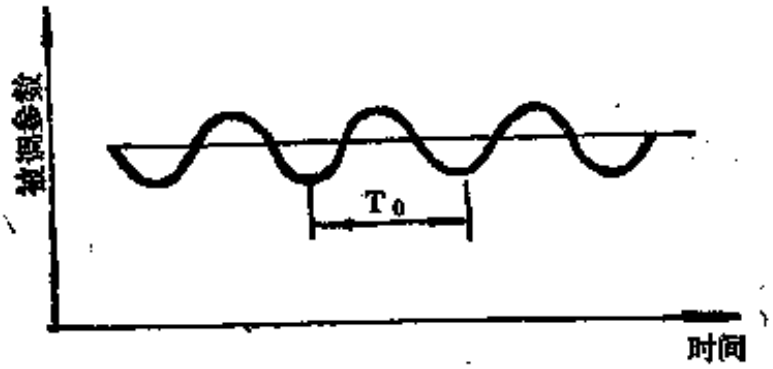


图 15-104　稳定边界法

次的时间，亦即从振荡的一个顶点到第二个顶点的时间（min）就是临界周期T_k。

表 15-35

调节规律	参数		
	比例度δ（%）	积分时间T_i(min)	微分时间T_d(min)
P	$2\delta_K$		
PI	$2.2\delta_K$	$0.85T_K$	
PID	$1.7\delta_K$	$0.5T_K$	$\frac{1}{8}T_K$

有了δ_k和T_k，就可以根据表15-35的经验公式，求出调节器的各个参数δ、T_i及T_d。

求得具体的数值后，先把比例度放在比计算值大一些的数值上，然后，把积分时间放到求得的数值上，如果需要，再放上微分时间。最后，把比例度减小到计算值上。

（2）衰减曲线法　这种方法的特点是：不需要经过大量的凑试，也不需要找到稳定边界，就可以直接求得调节器的比例度。现着重介绍4:1衰减曲线法。

在纯比例作用下的一个自动调节系统在比例度逐步减少的过程中，会出现如图15-105所示的调节过程。这时，调节过程的比例度称为4:1衰减比例度δ_s，两相邻波峰之间的距离称为4:1衰减周期T_s。我们借助4:1衰减曲线法就是要在纯比例作用的闭合调

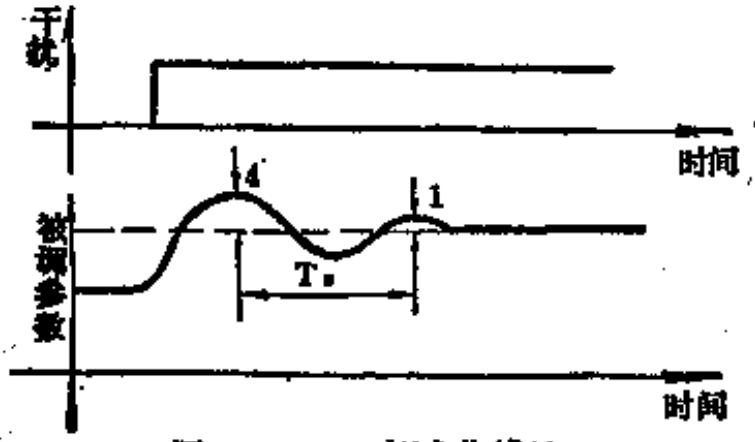


图 15-105　衰减曲线法

节系统中求得δ_s和T_s，从而计算出调节器的最佳整定参数。

具体做法是：把积分时间放到最大，把微分时间放到最小，等到调节系统稳定后，逐步减小比例度，同时观察输出风压（电流）和调节过程的波动情况，直到出现4:1的衰减过程为止。这时，把4:1衰减比例度δ_s和衰减操作周期T_s记录下来，然后按表15-36求出调节器的最佳整定参数的具体数值。

表 15-36

参数 / 数值 / 调节规律	比例度 (%)	积分时间 (min)	微分时间 (min)
比例调节器	δs		
比例积分调节器	$1.2\delta s$	$0.5T_s$	
比例积分微分调节器	$0.8\delta s$	$0.3T_s$	$0.1T_s$

求得具体数值后，先把比例度放到一个比计算值大一点的数值上，然后放上积分时间，再慢慢地放上微分时间，最后，把比例度减小到计算值上．观察调节过程，如发现记录曲线不理想，可以进行少量调整。

（3）系统法　系统法又称经验法，这是目前应用较广的一种整定参数的方法。它的特点是：由操作工人根据实践经验和调节过程的曲线，直接在闭合的调节系统中进行反复凑试，最后得到调节器的最佳整定参数。

系统法的基本凑试范围如表15-37所示。但有些特殊的系统会超出这个范围，如温度系统的积分时间有时长达15min，流量系统的比例度可以到200%。

用系统法整定调节器参数，就是先使调节器处于纯比例的调节状态，整定比例度，然后依次整定积分时间与微分时间，同时观察被调参数的变化，并根据每一作用的特点采取相应的措施。

2．串级调节系统调节器参数的整定方法

串级调节系统是一种有主参数和副参数的多变量系统，多变

表 15-37

范围 / 参数 / 系统	比例度 (%)	积分时间 (min)	微分时间 (min)
温　度	20～60	3～10	0.5～3
流　量	40～100	0.1～1	
压　力	30～70	0.4～3	
液　面	20～80		

量通道和各回路之间互相联系、互相影响。改变主、副调节器的任何一个参数，对主、副回路的调节过程都有影响，特别是对两对象时间常数相差不大、动态联系密切的系统，要求一步步得到串级调节系统主、副调节器的所有参数的最佳值，是比较困难的。

但是，常见的串级调节系统又有如下特点：

（1）一般的串级调节系统两对象的动态特性相差比较悬殊，惯性和滞后的区别很大，主、副对象时间常数之比在3～10之间，主、副回路的工作频率大不相同，主回路操作周期远远大于副回路操作周期。在这种情况下，主、副回路的动态联系很小，甚至可以忽略。

（2）一般的串联调节系统往往对回路的质量指标没有严格要求，而对主回路的质量指标要求很高。这时，主回路对副回路的影响虽然存在，但是只要保证了主回路的调节质量，副回路的调节质量允许差一些。

根据这些特点，就可以简化整定步骤了。具体做法是：在主回路闭合的情况下，将主调节器的比例度放在100%的位置，积分时间放到最大，微分时间放到零，用4:1衰减曲线法整定副回

路，求得副回路4:1衰减过程的副调节器比例度$\delta_{副}$和操作周期$T_{副}$。然后，把副回路看作是调节系统中的一个组成部分，用同样的方法整定主回路，求得主回路4:1衰减过程的主调节器比例度$\delta_{主}$和操作周期$T_{主}$。根据$\delta_{主}$和$T_{主}$、$\delta_{副}$和$T_{副}$，按表15-36的公式求出主、副调节器的比例度，积分时间和微分时间。把计算结果按照“先副后主”、”先比例后积分再微分”的原则，逐个放到计算值上，先放上副调节器参数，后放上主调节器参数。如果对调节过程曲线不满意，再行适当调整。

三、计算单元

1. **气动计算单元**（见表15-38）
2. **电动计算单元**（见表15-39）

四、显示单元

1. **气动显示单元**（见表15-40）
2. **电动显示单元**（见表15-41）
3. **电动显示仪表**（见表15-42）

表 15-38　　气动计算单元

型号	运算形式	数学式	运算式	生产厂
QJJ-100	代数和	$P_{出}=P_1+P_2-P_3+C$		西安仪表厂 广东仪表厂 沈阳气动仪表厂
	加	$P_{出}=P_1+P_2+C$		
	减	$P_{出}=P_1-P_2+C$		
	平均值	$P_{出}=\frac{P_1+P_2+C}{2}$		
	乘2	$P_{出}=2P_1+C$		
	乘2再减	$P_{出}=2P_1-P_2+C$		
	除2	$P_{出}=\frac{P_1+C}{2}$		
	改变信号符号	$P_{出}=P_1+C$		
	修正信号	$P_{出}=P_1+\frac{C}{2}$		
	按压差产生开关作用	当$P_1+C>P_2$时， $P_{出}\geqslant 1kgf/cm^2$， 当$P_1+C<P_2$时 $P_{出}=0$		
	正向的开关作用	当$P_1+C>0$时， $P_{出}\geqslant 1kgf/cm^2$ 当$P_1+C<0$时 $P_{出}=0$		

续表

型号	运算形式	数学式	运算式	生产厂
QJJ-100	反向的开关作用	当$P_{入}<C$时，$P_{出}\geqslant 1kgf/cm^2$ 当$P_{入}>C$时，$P_{出}=0$		
QJJ-300				广东仪表厂
QJC-400 QJC-300	开方	$P_{出}=\sqrt{P_D}$	$P_{出}=\sqrt{0.8(P_D-0.2)+0.2}$	西安仪表厂 广东仪表厂 沈阳市气动仪表厂
QJC-500 QJC-100	乘	$P_{出}=P_A\cdot P_B$	$P_{出}=\frac{(P_A-0.2)(P_B-0.2)}{0.8}+0.2$	
	乘方	$P_{出}=P_A^3$	$P_{出}=\frac{(P_A-0.2)^3}{0.8}+0.2$	
	乘常系数	$P_{出}=K\cdot P_A$	$P_{出}=K(P_A-0.2)+0.2$，$K=0\sim 1$	
QJC-500 QJC-200	除	$P_{出}=P_D+P_A$	$P_{出}=0.8\frac{P_D-0.2}{P_A-0.2}+0.2$	
	除常系数	$P_{出}=P_D+K$	$P_{出}=\frac{P_D-0.2}{K}+0.2$	
QJB-100	比值		$P_{出}=K(P_A-0.2)+0.2$，$K=0.25\sim 4$	西安仪表厂

表 15-39　　电动计算单元

名称	型号	运算式	生产厂
电动加法器	DJJ-041 DJJ-02 DJJ-04	$I_{出}=\pm K_1 I_{入1}\pm K_2 I_{入2}\pm K_3 I_{入3}\pm K_4 I_{入4}$ 式中，$I_{出}$为0～10mA(直流) K_1、K_2、K_3、K_4为系数四通道系数均为0～0.5（天津上海），0～1（西安、大连北京）	天津市仪表厂041型 上海调节器厂02型 西安大连北京自动化仪表厂04型
电子乘除器	DJS-03	乘法运算，$I_{出}=K_1 I_1 \cdot I_2$，$K_1=0.1$ 除法运算，$I_{出}=K_2 I_1/I_2$，$K=10$ 平方运算，$I_{出}=K_3 I_1^2$，$K_3=0.1$ 乘除运算，$I_{出}=K_4 I_3 \cdot I_2/I_3$，$K_4=1$	大连仪表厂
电子乘除器	DJC-01	乘法、除法、平方、开方、乘除、乘后开方运算	上海调节器厂
电子乘法器	DJC-03	$I_{出}=K_2 I_1 I_{f1}$，$I_{出}=K_1 I_1^2$	北京自动化仪表厂
电子除法器	DJK-03	$I_{出}=K_2 I_1/I_2$，$I_{出}=K_1\sqrt{I_1}$	
电子乘除器	DJS-03	$I_{出}=K\dfrac{I_1\times I_2}{I_3}$，$I_{出}=K_3\sqrt{I_1\times I_2}$	
电子开方器	DJX-01	$I_{出}=K\sqrt{I_1}$，$K=\sqrt{10}$	上海调节器厂

表 15-40

名　称	型号	越限报警	记录笔数	指示针数	给定机构	手动-自动切换机构	安装调节器的插座	生产厂
气动条形指示仪	QXZ-101	上、下限		1				天津市红旗仪表厂
	QXZ-111	上限		1				
	QXZ-121	下限		1				
	QXZ-131			1				
	QXZ-101	上、下限		1				西安仪表厂
	QXZ-110	下限		1				
	QXZ-120	上限		1				
	QXZ-130			1				
	QXZ-133	上、下限		1				上海自动化仪表一厂
	QXZ-131	上限		1				
	QXZ-132	下限		1				
	QXZ-130			1				
气动色带指示仪	QXZ-110			1				上海自动化仪表一厂
	QXZ-111	上限		1				
	QXZ-112	下限		1				
	QXZ-113	上、下限		1				

续表

名　称	型号	越限报警	记录笔数	指示针数	给定机构	手动-自动切换机构	安装调节器的插座	生产厂
气动四针记录调节仪	QXJ-421		2	2		有		上海自动化仪表一厂
	QXJ-422		2	2		有	有	
气动串级记录调节仪	QXJ-622		2	4		有	有	
气动单笔记录仪	QXJ-100		1					天津市红旗仪表厂
	QXJ-200		2					
气动单笔双针记录仪	QXJ-310		1	2	有	有	有	
气动串级记录仪	QXJ-410		2	1		串级—自动—手动	有	西安仪表厂
气动积算器	QXS-100							

续表

名　称	型号	越限报警	记录笔数	指示针数	给定机构	手动-自动切换机构	安装测节器的插座	生产厂
气动色带指示仪	QXZ-150 QXZ-160	上、下限		1				天津市红旗仪表厂 西安仪表厂
气动单笔记录仪	QXJ-111		1					广东仪表厂
气动双笔记录仪	QXJ-221		2					
气动三笔记录仪	QXJ-331		3					
气动单笔二针记录仪	QXJ-312		1	2		有	有	
	QXJ-313		1	2	有	有	有	
气动双笔双针记录仪	QXJ-422		2	2	—	有	有	
	QXJ-423		2	2	有	有	有	
气动三针指示仪	QXZ-303			3	有	有	有	
气动四针指示仪	QXZ-403			4	有	有	有	
气动条形指示仪	QXZ-101			1				
	QXZ-201			2				
气动一针记录仪	QXJ-110		1					上海自动化仪表一厂
气动二针记录仪	QXJ-220		2					
气动三针记录仪	QXJ-330		3					
气动三针记录调节仪	QXJ-311		1	2		有	有	
	QXJ-312		1	2		有		

表 15-41　　电动显示单元

名　称	型　号	规　格	生　产　厂
单针指示仪	DXZ-110	0～10mA，0～100%，0～10方根值（√‾）	上海自动化仪表六厂
双针指示仪	DXZ-120	上0～10mA，下0～10mA 0～100%，0～10方根值（√‾）	
单针报警指示仪	DXB-111 -112 -113	上限报警 下限报警 上、下限报警	
比例流量积算器	DXJ-01	机械计数器速度，每小时100，1000，10000字	上海调节器厂
比例积算器	DXS-102	机械计数器速度，每小时100，1000，10000字	天津市仪表厂
	DXS-102	显示速度，每小时100，1000字	北京自动化仪表厂
开平方积算器	DXS-202	显示速度，每小时100，1000字	北京自动化仪表厂
报警器	DXB-101		天津市仪表厂

表 15-42

名　称	型号	规　格	生产厂
动圈式温度指示仪	Xcz-101	与热电偶、辐射感温器配合，0～1600℃	上海自动化仪表六厂等
	Xcz-102	与铜热电阻、铂热电阻配合 −200～+500℃	
动圈式指示仪	Xcz-103	与霍尔变送器配合，0～20，0～50mV.	
遥传压力二次表	Xcz-104	与远程发送压力计配套	
单针指示仪	EFzX111	与DDZ-Ⅰ型或其他电子单元组合仪表联合使用	
条形自动平衡显示仪	XWA XQA	单针指示，多点手动切换指示，多点自动切换指示等基型产品	济南第二仪表厂等
条形指示仪	XWF-1 XQF-1	0～10mV 与热电阻配套	上海第二分析仪器厂
条形记录式自动电位差计，自动平衡电桥	XWG-1 XQG-1	0～10mV±0.5级，记录纸速度 20mm/h	
圆标尺自动平衡指示仪	XWE-100 XQE-100 XDE-100	与热电偶、辐射感温计配合 与热电阻配合使用 与热电阻配合使用	天津市建华仪表厂
自动平衡指示仪	CHXWE型 CHXQE型 CHXDE型	与热电偶或其他产生电动势变送器配合 与热电阻配合使用 与热电阻配合使用	广东韶关仪表厂
自动电子电位差计	XWD-100 XWD-200 XWD-302 XWD-400 XWD-102 XWD-202 XWD-302	单笔连续记录 双笔连续记录 多点打印记录（3.6点） 单笔记录带PID电动调节器 单笔连续记录，并有上、下限报警 双笔连续记录，并有上、下限报警 多点打印记录（3.6点），并有上下	上海自动化仪表一厂等十多个厂

续表

名　称	型号	规　格	生产厂
		限报警	上海自动化仪表一厂等十多个厂
	XWD-402	单笔记录，带PID电动调节器，并有上下限报警	
	XWD-113	单笔连续记录，并有变阻传送器	
	XWD-213	双笔连续记录，并有变阻传送器	
	XWD-313	多点打印记录，并有变阻传送器	
	XWD-413	单笔记录带PID电动调节器，并有变阻传送器	
自动平衡电桥	XDD-100	单笔连续记录	
	XQD-100		
	XDD-200	双笔连续记录	
	XQD-200		
	XDD-300	多点打印记录，（3.6点）	
	XQD-300		
	XDD-400	单笔记录带PID电动调节器	
	XQD-400		
	XDD-102	单笔连续记录，并有上、下限报警	
	XQD-102		
	XDD-202	双笔连续记录，并有上，下限报警	
	XQD-202		
	XDD-302	多点打印记录，并有上、下限报警	
	XQD-302		
	XDD-402	单笔记录带PID电动调节器，并有上，	
	XQD-402	下限报警	
	XDD-113	单笔连续记录，并附变阻传送器	
	XQD-113		
	XDD-213	双笔连续记录、并有附变阻传送器，	
	XQD-213		
	XDD-313	多点打印记录（3.6），并有附变阻	
	XQD-313	传送器	
	XDD-413	单笔记录，带PID电动调节器，并	
	XQD-413	附有变阻传送器	

续表

名　称	型号	规　格	生产厂
长图自动平衡记录仪	EWC XQC XDC	单笔，双笔指示记录，多点打印指示记录，单笔、双笔指示记录带气动PID调节	上海自动化仪表二厂等
圆图自动平衡记录仪	XWB XQB	单针指示，单针指示记录，单针指示带电动PID调节	

五、执　行　器

执行器由执行机构和调节阀组成。

(一)　调节阀结构形式的选择

调节阀由阀体、阀芯、阀座、上阀盖等组成。

（1）阀体的分类：

调节阀的阀体按结构分为：直通单座、双座、角型、三通、球形、隔膜、软管阀、蝶阀等。

（2）一般选择阀体时应考虑的以下几个因素：

① 根据工艺状况（如温度、压力、压降、流速）以及流体特性（如粘度、腐蚀性、毒性、含悬浮物或含纤维介质、蒸汽压）综合考虑，选择合理的结构型式。

② 根据过程要求，如可调比、泄漏量、噪音、振动等选择合适的阀体结构或采取相应的措施。

③ 根据流体性质及工艺操作参数，选择合适的材质。

④ 调节阀的使用十分广泛，系列品种又繁多，具体的工艺过程也复杂，因此选用时，参考现场的使用经验也是不能忽视的一个重要因素。

（3）阀体结构的特点及一般应用场合：

目前国产调节阀的主要技术概况及一般使用场合见表15-43。

表 15-43

工作条件		直通单座	直通双座	三通阀	角形阀	蝶阀	球阀	隔膜阀	软管阀
流通能力（C）		0.08～1100	10～1600	8.5～1360	0.04～630			8～1200(无衬里)	
公称直径（mm）		1/4"、3/4"～300	25～300	25～300	8～200	50～1600	50～300	15～200	
公称压力（kgf/cm²）		16、40、64、100、160	16、40、64	16、40、64	16、40、64、100、320、220	1、6、25、40、64	16、40、64	6、10	
工作温度（℃）		−20～+250 −60～+450 −60～+550 −60～−250	−20～+250 −60～+450 −60～+550 −60～−250	−20～+250 −60～+450 −60～+550	高压型−20～+250 普通型−20～+250 −60～+450 −60～+550	−20～+250 −60～+450 −60～+550 <950 }Pg1 <600	≤200		
材质	阀体	铸铁HT20-40，铸钢ZG25B铸不锈钢ZG1Cr18Ni9			铸铁HT20-40 铸钢ZG25B 铸，锻不锈钢 ZG1Cr18Ni9	铸铁 铸不锈钢	铸钢 铸不锈钢	铸铁	铸铁
	阀芯	1Cr18Ni9			1Cr18Ni9		1Cr18Ni9		
流量特性		两位式，直线，等百分比	直线，等百分比	直线，抛物线	直线等百分比	转角<60°近似等百分比	两位式	行程<60%近似线性	
可调比		30:1	30:1	10:1	30:1	10:1		10:1	
泄漏量（C%）		<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	<2.5	极微	极微	极微
使用场合①	一般	✓	✓	✓	✓	△	△	×	×
	高压降	×	△	×	✓	×	×	×	×
	高粘度	×	×	×	✓	△	✓	✓	✓
	含悬浮物	×	×	×	✓	×	✓	✓	✓
	腐蚀流体	×	×	×	×	×	×	✓	✓
	有毒流体	×	×	×	×	×	×	△	△
	汽蚀	×	×	×	✓	×	×	×	×

① ✓最好，△一般，×不好。

（二）执行机构

1. 气动执行机构及气动调节阀（见表15-44）
2. 电动执行机构（见表15-45）

（三）制浆造纸工业各种介质调节机关的选择

如表15-46所示。

表 16-44

名　称	型　号	规　格				用　途	生产厂
气动薄膜执行机构	QMG—1 QMG—2	推力70kg，行程20mm； 推力150kg，行程50mm				主要用来控制回转蝶阀	无锡仪表阀门厂 重庆四川调节阀厂
气动薄膜执行机构	QMG—30 QMG—130	行程30mm				主要用来控制多叶式回转蝶阀	同上
气动长行程执行机构		公称力矩 (kg·m)	气缸内径 (mm)	活塞冲程 (mm)	气源压力 (kgf/cm^2)	主要用于调节风门、挡板和阀门等	天津市东风仪器厂，西安仪表机床厂
	ZSL-11	25	75	200	3～5		
	ZSL-21	40	100	200			
	ZSL-22	60	100	300			
	ZSL-32	100	130	300			
	ZSL-33	160	130	400			
	ZSL-43	260	170	400			
气动薄膜调节阀（单座）		公称通径 Dg(mm)	公称压力 (KPa)	流通能力 c(t/h)	流量特性	自动调节或远程控制介质流量	天津市调节阀厂、上海自动化仪表七厂等
	$ZM^{A}_{B}P$ ZMP	$(G\frac{3}{4})$-300	(16、40、64)	0.08～1100	直线，等百分比		

续表

名　称	型　号	规　格				用　途	生产厂
气动薄膜调节阀（双座）	ZM^{A}_{B} N- ZMN-	公称通径 Dg(mm)	公称压力 (kgf/cm²)	流通能力 c(t/h)	流量特性	自动调节或远程控制介质流量	天津市调节阀厂、上海自动化仪表七厂等
		$(G\frac{3}{4}")_{300}$	(16,40,64)	10～1600	直线，等百分比	〃	
气动薄膜调节阀（三通）	ZMQ-（合流） ZMX-（分流）	25～200 80～200	(16,40,64)	8.5～535 85～535	直线等百分比抛物线	同上	吴忠仪表厂、无锡仪表阀门厂等
气动隔膜调节阀	ZMAT- ZMBT-	15～50	588,980 6,10	6～68	近似线性	适用于高粘度液体，带悬浮颗粒与纤维介质的液体	天津市调节阀厂、广东中山石岐五金厂
	ZS $^{A}_{B}$T ZS^{G}_{D}T	15～200	6,10	8～1200		同上	天津市调节阀厂
气动源料隔膜阀	ZSPT- ZSQT-	15～100	6,10	5～130			同上
气动蝶阀	ZMAW	100～1000	1,2,6				无锡仪表四门厂，浙江瑞安塘下化工设备厂
气动阀门定位器	QFD-100 -101 -M67					与调节阀配套改善调节阀性能	鞍山市热工仪表厂、上海第二分析仪器厂等
电气阀门定位器	ZPD-01 -02	信号电源，0～10mA（直流） 输出气压，0.2～1kgf/cm²				将电信号转换成气信号控制气动调节阀	

表 15-46

角行程执行机构名称	型号	出轴力矩 (kg·m)	主轴每转时间 (s)	最大转角	电动机功率(W)	用途	生产厂
角行程电动执行机构	DKJ-100k	4	40	90°	10	输入信号0～10mA(直流)与电动单元组合仪表配套操纵调节机构	大连第五仪表厂、上海自动化仪表十厂等
	DKJ-210	10	100		16		
	DKJ-310	25			25		
	DKJ-410	60			60		
	DKJ-510	160			160		
	DKJ-710	600					
角行程滚切电动执行机构	ZDC-10	10	60	<90°		与调节器配套自动操纵调节机构	
	ZDC-15	25					

续表

直行程执行机构名称	型号	出轴动力(kgf)	全行程时间(s)	行程(mm)	电动机功率(W)	用途	生产厂
直行程电动	DKZ-100	40	6.25,10,15.6	10,16,25	6	同DKJ	上海自动化仪表十厂
	DKZ-310	400	12.5,20	16,25	16		
执行机构	DKZ-40	640	32,48	40,60	25		
	DKZ-510	100	37,62	60,100	100		
直行程滚切电动执行机构	ZDA-40	40	出轴速度0.4mm/s	10		同ZDC	
	ZDA-100	100		16			
	ZDA-160	160		25			
	ZDA-250	250		16			
	ZDA-400	400		40			
	ZDA-640	640		60			

续表

名　称	型号	出轴转矩 (kg·m)	出轴每转时间(s)	最大转角	电动机功率(W)	用　途	生产厂
电动执行机构	SM2/2.5	2	2.5	0～360° 任意可调	150	与双位置式调节器配套，也可远距离控制	上海自动化仪表十厂
	SMS3-25	1	30	180°	60	与调节器配套使用，也可远距离控制	
	SM2/120	2	120	120°	25	与带变阻式再调调节器电子电位差计或自动平衡电桥配套使用，也可遥控	
	SMS3-26	1	15	180°	-	与比例调节系统中的调节器配套使用，也可遥控	
	SMS4/2.5	4	2.5	0～360° 任意可调	300	与双位置调节器配套使用 也可遥控	
	SMS-6/120	6	120	120°		与电动调节器配套使用也可遥控	
	SMS-12/120	12	120	120°	250	与电动调节器、电子电位差计、电桥等配套使用，也可遥控	
	SMS-25/120	25	120	120°	250		

续表

名　称	型号	出轴转矩 (kg·m)	出轴每转时间(s)	最大转角	电动机功率（W）	用　途	生产厂
电动调节阀	ZAP-	公称直径：15～200mm 工作压力：<16kgf/cm²				调节管道介质的压力流量	
电动伺服放大器	DF-1	输入信号：0～10mA、0～2.5V（直流），输出信号：三位式继电器 接触点：～220V，输入阻抗：800Ω，3.6kΩ				与电动执行机构，电动单元组合仪表配套使用	

序号	介质名称	管道直径 (mm)		推荐与介质接触的部件所用材料
		最小	最大	
1	亚硫酸洒精废液	100	300	$Cr_{17}Ni_{13}Mo_2Ti$
2	新鲜冷却水、热水、冷凝水	20	1000	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
3	循环水	50	600	$1Cr_{18}Ni_{10}Ti$
4	废酸、残碱水	25	600	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
5	脱盐水或软水	100	400	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
6	从空压机来的压缩空气	50	300	3号钢
7	鼓风机和抽风机后的空气	150	500	3号钢
8	硫酸铝	20	200	①$Cr_{18}Ni_{10}Ti$ ②聚乙烯衬里的钢
9	次氯酸盐	50	150	①聚乙烯衬里的钢 ②橡胶衬里的钢 ③钛
10	腐蚀性气体	150	300	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
11	湿SO_2气体	200	600	$Cr_{17}Ni_{13}Mo_2Ti$
12	浆液	100	300	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
13	浓硫酸（90%以上浓度）	15	100	3号钢
14	稀硫酸（90%以下浓度）	15	100	①聚乙烯衬里 ②聚氯乙烯胶板 ③聚四氟乙烯

调节机关的结构		
最好的	容许的	不容许的
隔膜阀或蝶阀	蝶阀	双座阀、单座阀（易堵）
Dg300以下用双座阀 Dg300以上用蝶阀	蝶阀，单座阀	—
隔膜阀或蝶阀	软管阀	双座阀、单座阀（易堵）
Dg300以下，用双座阀或单座阀 Dg300以上用蝶阀	隔膜阀，软管阀	—
Dg300以下，双座阀 Dg300以上，蝶阀	隔膜阀，软管阀，蝶阀	—
单座阀，双座阀	蝶阀、软管阀、隔膜阀	—
蝶阀	双座阀、单座阀、隔膜阀	软管阀（直径原因）
Dg100以下软管阀、隔膜阀， Dg100以上用蝶阀	蝶阀，单座阀	双座阀（易堵）
Dg100以下用软管阀、隔膜阀、 Dg100以上用蝶阀	蝶阀、单座阀	双座阀（易堵）
双座阀，蝶阀	—	单座阀、软管阀、隔膜阀（材质原因）
蝶阀	双座阀	软管阀、隔膜阀（材质原因）
Dg100以下，软管阀，隔膜阀 Dg100以上，蝶阀	单座阀，双座阀	—
单座阀、双座阀、软管阀、隔膜阀（有衬里或没有衬里的）	—	蝶阀（密封不好）
软管阀 隔膜阀 单座阀	—	蝶阀（密封不好） 双座阀（材质原因）

续表

序号	介质名称	管道直径 (mm)		推荐与介质接触的部件所用材料
		最小	最大	
15	亚硫酸盐、蒸煮酸，塔酸以及亚硫酸盐硫液	15	100	$Cr_{17}Ni_{13}Mo_2Ti$
16	盐酸	50	150	①橡胶衬里的钢； ②聚乙烯衬里
17	污冷凝水	50	250	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
18	含异丙甲苯和含硒的冷凝水	50	150	①镀搪瓷的钢； ②聚乙烯衬里的镀
19	胶粘乳浊液（松香或酯素），淀粉、染料	25	200	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
20	已洗和没洗的以及源自各阶段的亚硫酸盐纸浆、中性亚硫酸盐纸浆	100	800	①$Cr_{17}Ni_{13}Mo_2Ti$ ②橡胶衬里的3号钢
21	已洗和没洗的硫酸盐纸浆，以及已洗和没洗的中性亚硫酸盐纸浆	100	800	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
22	石灰乳	100	200	①3号钢；②灰口铁
23	重油	50	150	3号钢
24	饱和蒸汽和过热蒸汽	50	600	①3号钢；②$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
25	预浸液	100	300	$Cr_{17}Ni_{13}Mo_2Ti$
26	苛性钠和碳酸钠，稀、浓溶液	25	150	①$Cr_{18}Ni_{10}Ti$ ②聚氯乙烯胶板 ②聚乙烯衬里
27	在有预浸液蒸煮时亚硫酸盐或硫酸盐的蒸煮液	100	250	$Cr_{17}Ni_{13}Mo_2Ti$

调节机关的结构		
最好的	容许的	不容许的
软管阀、薄膜阀单座阀	双座阀	蝶阀（密封不好）
软管阀、隔膜阀单座阀	—	蝶阀（密封不好） 双座阀（材质原因）
双座阀	软管阀、单座阀、隔膜阀、蝶阀	—
软管阀，隔膜阀，单座阀	蝶阀	双座阀（材质原因）
Dg100以下，软管阀、隔膜阀；Dg100以上，蝶阀	蝶阀	双座阀，单座阀（易堵）
闸阀，球阀	当浓度4%以下时蝶阀	双座阀、单座阀（易堵）
闸阀，球阀	当浓度4%以下时蝶阀	双座阀、单座阀（易堵）
Dg100以下软管阀，隔膜阀；Dg100以上蝶阀	蝶阀	双座阀，单座阀（易堵）
单座阀	蝶阀、双座阀	隔膜阀、软管阀(压力原因)
Dg300以下单座阀，双座阀；Dg300以上蝶阀	当饱和蒸汽时蝶阀	隔膜阀、软管阀（温度压力原因）
Dg100以下软管阀、隔膜阀；Dg100以上蝶阀	单座阀	双座阀
任意	任意	—
双座阀，球阀	单座阀	软管阀、隔膜阀（直径原因）；蝶阀（密封不好）

续表

序号	介质名称	管道直径 (mm)		推荐与介质接触的部件所用材料
		最小	最大	
28	在普通亚硫酸盐或硫酸盐蒸煮液	150	250	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
29	在普通硫酸盐蒸煮时冷凝器后的液体	100	250	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
30	熔融硫	25	50	3号钢
31	高岭土悬浮液、石灰浆	50	200	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
32	松节油	50	100	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
33	磷酸三钠（溶液）	25	100	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
34	二氧化氯溶液	50	200	①聚氯乙烯衬里的钢； ②聚四氟乙烯衬里的钢； ③钛 （注：用聚乙烯和橡皮制成的薄膜和衬里，是不能用的）
35	40～50℃以下干的氯气和液浆	50	150	①3号钢； ②聚乙烯； ③聚四氟乙烯 （不容许用钛）
36	湿氯气或氯水	25	100	橡胶衬里的钢
37	苛化工段胶渣（白泥），石灰回收工段废渣、绿液废渣	100	200	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
38	浓碱液、稀碱液、白液，绿液，硫酸盐蒸煮液，中性亚硫酸盐碱液，稀蒸液	50	300	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$
39	浓黑液	100	150	$Cr_{18}Ni_{10}Ti$

调节机关的结构		
最好的	容许的	不容许的
双座阀，球阀	单座阀	软管阀、隔膜阀（直径原因），蝶阀（密封不好）
双座阀	单座阀、蝶阀	软管阀，隔膜阀(直径原因)
用蒸汽加热的特殊旋塞	—	一切常用的调节机关（因加热条件所限）
Dg100以下软管阀，隔膜阀 Dg100以上蝶阀	蝶阀	双座阀、单座阀（易堵）
任意	任意	—
任意	任意	—
隔膜阀	—	双座阀、单座阀、软管阀(材质原因)，蝶阀(密封不好)
	单座阀	蝶阀（密封不好）
隔膜阀、软管阀	—	双座阀、单座阀(材质原因) 蝶阀（密封所限）
软管阀、蝶阀	—	双座阀、隔膜阀、单座阀（易堵）
蝶阀，单座阀、球阀	对于没有纤维的碱液，可用双座阀，对于污秽液体，则用隔膜阀，软管阀	—
蝶阀、球阀	单座阀、隔膜阀、软管阀	双座阀（易堵）

第四节　制浆造纸生产过程自控仪表配置图

一、机械浆车间

（一）国内某厂机械浆车间自控仪表

该厂配有卡米尔磨木机四台，环式磨木机一台，日产量100～110t，其工艺流程如图15-106所示，设备性能如表15-47所示。

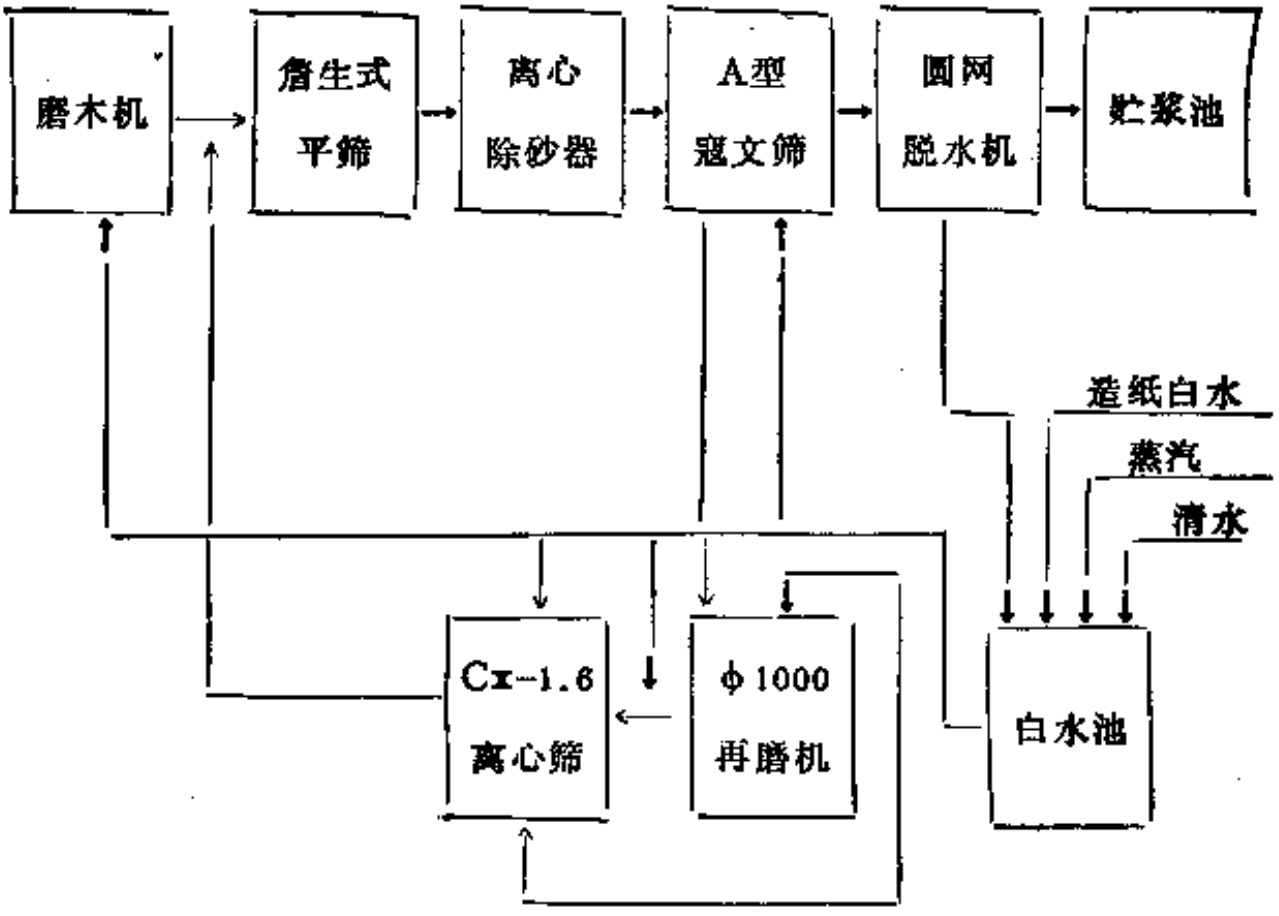


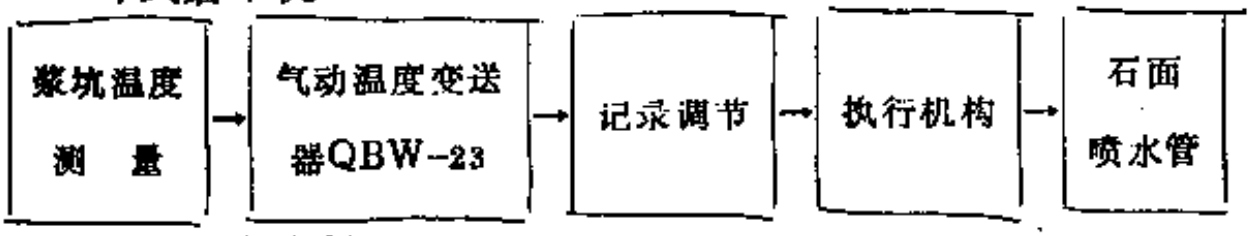
图 15-106　机械浆工艺流程简图

表 15-47　　设备主要性能

型 式	日产量(t)	磨石规格(直径×宽度)	转速(r/min)	配用电机(kw)
卡米尔磨木机	20	φ1550×1370	250	1400
环式磨木机	30～45	φ1700×1370	295	2650

浆坑温度检测与自控如图15-107所示

环式磨木机



卡米尔磨木机

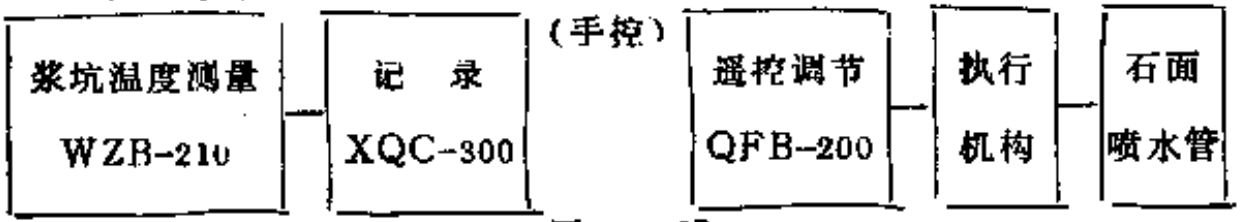
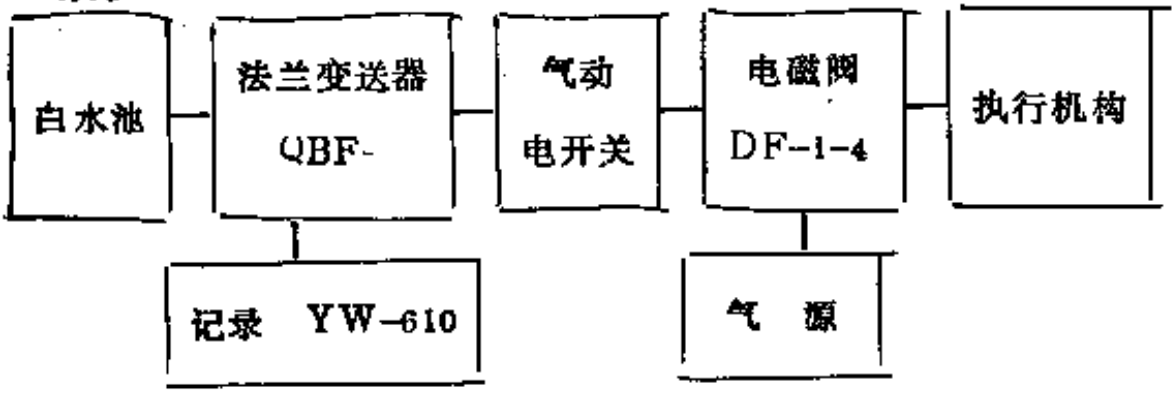


图 15-107

白水池液位、温度检测与自控如图15-108所示

液位



温度

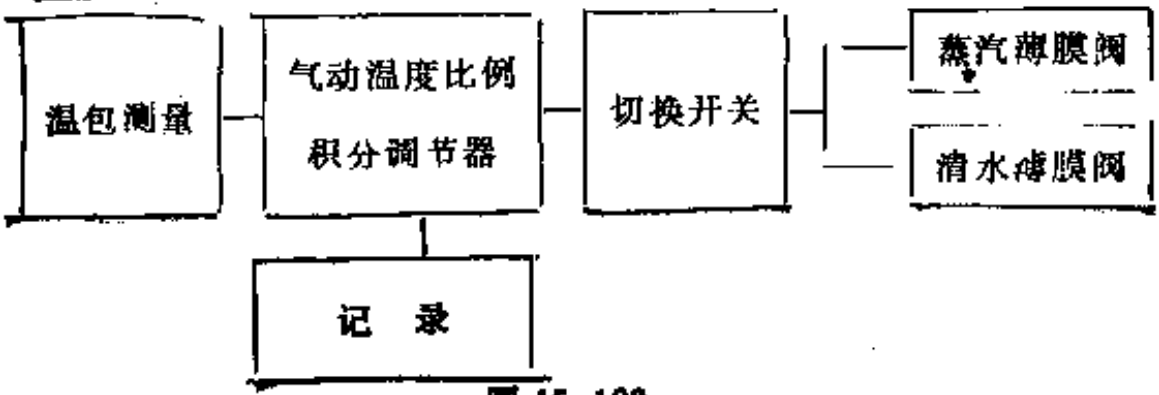


图 15-108

卡米尔磨木机功率控制系统如图15-109所示。

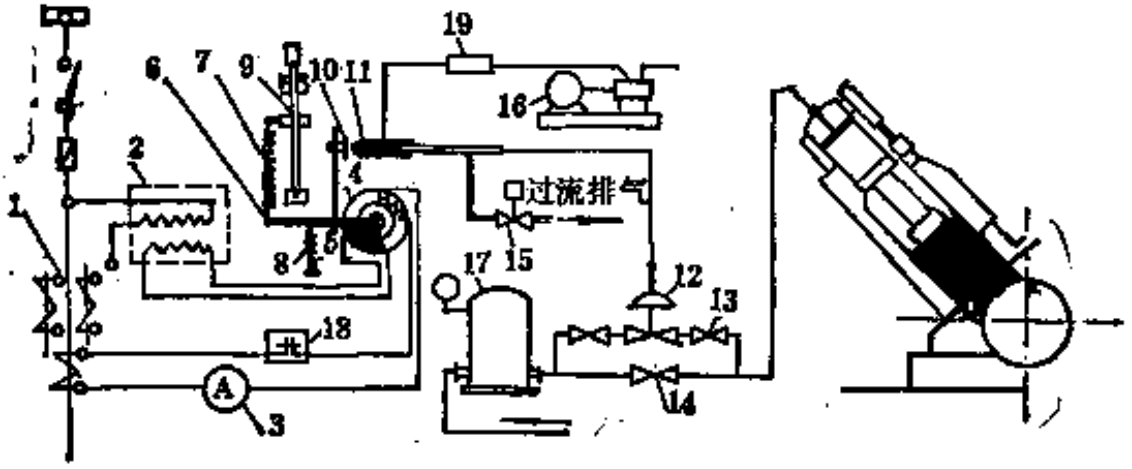


图 15-109　卡米尔磨木机功率控制系统

1—电源互感器　2—电压互感器　3—电流表　4—控制绕组
5—电压绕组　6—连杆　7—弹簧　8—调零弹簧　9—调节螺杆
10—挡板　11—喷嘴　12—气动薄膜调节阀　13—普通阀门
14—连通阀门　15—排气电磁阀　16—空气压缩机　17—木桩
18—过流继电器　19—遥控板

卡米尔磨木机功率调节器包括以下各部分：在主电机母线上有电压互感器2.电流互感器1（电压互感器输出一个电压定值：100V/50Hz，电流互感器输出一个0～5A的电流），伺服电机有二个绕组：电压绕组5，控制绕组4，伺服电机转子的力矩随电流变化而变化，转子轴头有工字型连杆6，连杆上、下有平衡弹簧7，平衡弹簧一端连在调节螺杆9上，可手动调节喷嘴与挡板间的距离。

在生产过程中主电机的电流随生产变化而变化，伺服电机的力矩随电流变化而变化，电流大，力矩大，挡板与喷嘴间距离也随着发生变化，因而其背压在19.6～98kPa(0.2～1kg/cm²)的范围内发生变化，直接控制气动薄膜调节阀，达到稳定电流的目的。增加过流继电保护装置18的目的是，当超过规定电流值经过10s时报警，并调节气压外排，迅速关闭阀门，同时又把残留在工作管道中的压力外排，在几秒钟内主电机负荷撤掉，保证了主电机的正常运行。

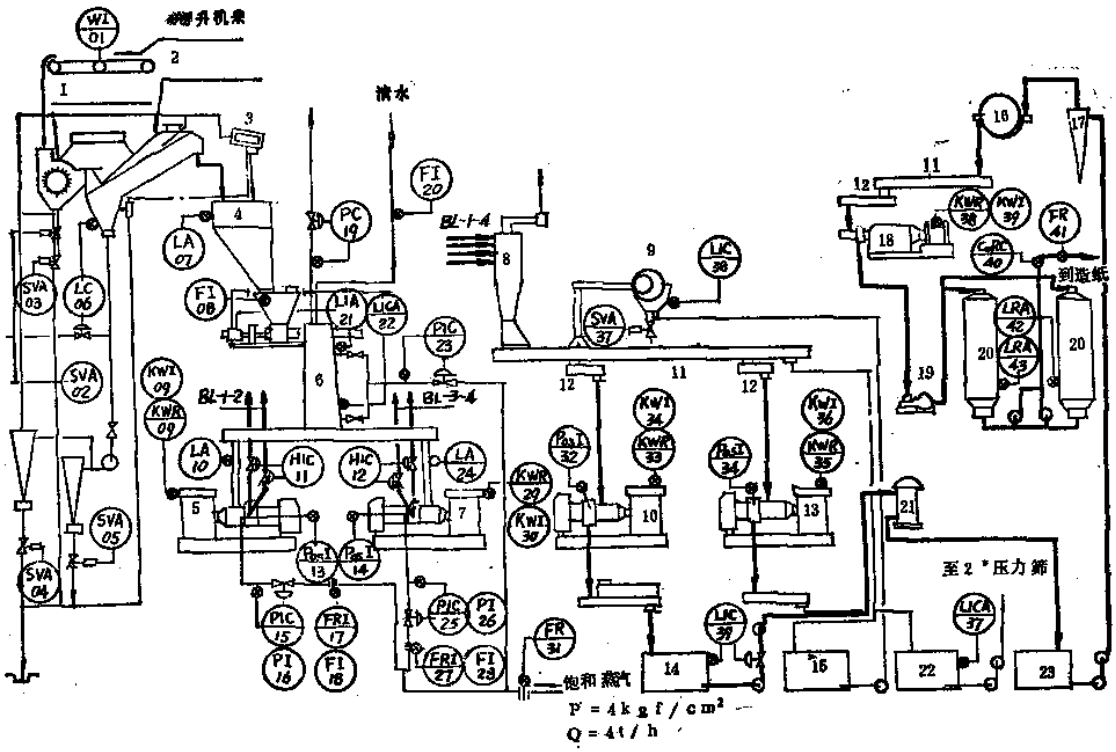


图 15-111　日产150 t 热磨木片磨木浆主要生产流程和自控仪表配置图

1—重物分离器　2—螺旋挤浆机　3—圆筒筛　4—木片仓　5—1号盘磨机　6—预热器　7—2号盘磨机　8—旋浆分离器　9—双网挤浆机　10—3号盘磨机　11—螺旋运输机　12—双螺旋给料器　13—4号盘磨机　14—1号浆机　15—3号浆池　16—真空脱水机　17——段除渣器　18—5号盘磨机　19—高放浆泵　20—立式贮浆池　21—1号压力筛　22—4号浆池　23—2号浆池

（二）国外机械浆生产过程自控仪表配置图

如图15-110所示。

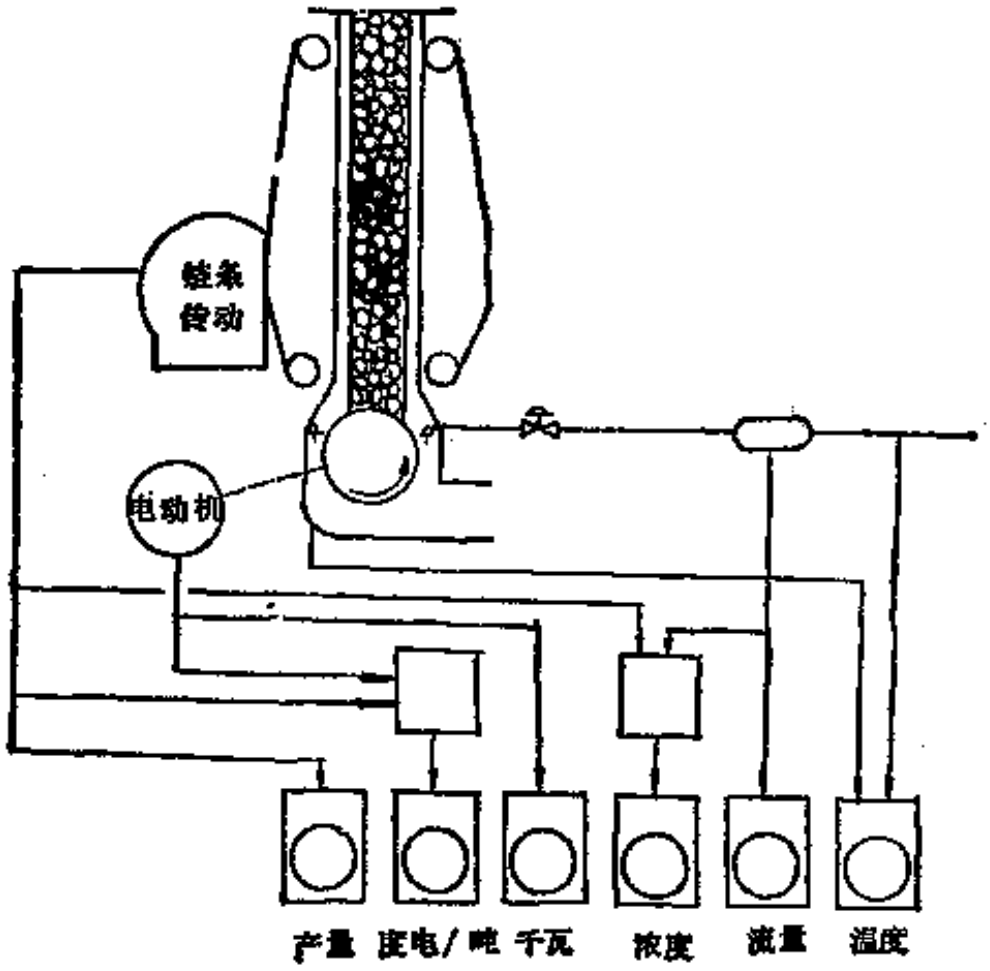


图 15-110　国外机械浆生产过程自控仪表配置图

二、预热木片磨木浆工段

国内日产150吨预热机械浆的主要生产流程自控仪表配置如图15-111（插页）所示。其自控仪表如表15-48所示。

表 15-48

位号	被控参数名称	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀	备　注
LC-06	木片洗涤器液位槽控制装置	开/闭液位变送器 (S04-F04/1型)		开/闭控制阀，气开型 (KSB-11F2-1B-50-1)	
WI-01	连续测量流向木片洗涤器的木片测量装置	带有指示器和累计器的电子单元〔MC-Q-W-B-(D-18)-1型〕	皮带秤 (BEK) 指示器0～18t/h		测速发电机 (B02510B-0.1)
LA-07	木片仓中指示木片料位的报警器装置	电容式料位变送器，SC-20型			
FI-08	指示木片管内流量装置	1.放大器，LR-81A 2.前灯（光电池）L22S	接受器，FG-22SC		
PIC-23	控制到预热器去的蒸汽压力指示控制器	压力变送器，50PW1071B-SB	指示调节器，PI，51-1351ADEB-12型 (0～4kgf/cm²)	控制阀，带阀位指示器（气开式），667-40-ED-3580	
PSI-13	NO，IRL505盘磨机中测量盘位置的指示仪表	位置变送器 P232B ±12.5mm	1.偏差指示器 4012-8539/1 ±50μA 2.调整点单元 P232C，±12.5mm 刻度50-0-50μA1/100mm		功率单元 P232A 50-0-50μA

续表

位号	被控参数名称	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀	备　注
PIC-15	控制到1号盘磨机盘壳去的蒸汽压力指示控制器	压力变送器 50PW1071B-SB 0～4kgf/cm²	指示调节器PI， SI-1351-ADEB-12， 0～4kgf/cm² 指示器379904	控制阀门，带阀位指示器（气开） 667-30-ED-3580	
PIC-25	控制到2号盘磨机盘壳去的蒸汽压力指示控制器	压力变送器 50PW1071B-SB 0～4kgf/cm²	指示调节器PI， 0～4kgf/cm² 指示器379904	控制阀门，带阀位指示器 667-30-ED-3580	
KWR/KWI-09	测定1号盘磨机主电机有效功率（KW）的指示记录	1.功率变送器 58-3PI-053， Ry=2000Ω 2.电流互感器，600/1A 3.三相电压互感器 6600/110v	1.记录器，双笔ELR39 Q12=100～100=B 1笔，0～5000kw 2笔，0～5000kw 电压=24v，输入4-20mA，　2.指示器771-Q2-291 0～5000kw		
FR-31	测量流向1及2号盘磨机盘壳及预热器的总蒸汽流量的记录累计仪表	孔板D=150mm， d=79.38mm，Q=4t/h 流量变送器 10B3495JBABB 0～24.50KPa (0～2500mmH_2O)	三笔记录器， ALR37(3)Q_1－AB 积算器ALT101		

续表

位号	被控参数名称	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀	备　注
FRI-17	测量到1号盘磨机盖壳去的蒸汽流量记录装置	1.孔板Q=1t/h D=60mm，d=36.64 mm，2500mmH_2O)，2.流量变送器 10B34955J-BABB	1.记录器ALR37(3) Q_1—AB 2.指示器379904		
FRI-27	测量到2号盘磨机盖壳去的蒸汽流量记录装置	1.孔板Q=1t/h D=50mm，d=36.64 mm，(2500mmH_2O) 2.流量变送器 10B34955J-BABB	1.记录器ALR37(3)，Q_1—AB 2.指示器379904		
HIC-11	驱动1号盘磨机后喷放阀的遥控指示板		遥控板 XU-103D	喷放阀门	
HIC-12	驱动2号盘磨机后喷放阀的遥控指示板		遥控板 XU-103D	喷放阀门	
PC-19	在预热器中蒸汽压力过高时将打开的安全阀	恒器常压带保护密封 DIF-A80	控制阀门，开/闭 KSB-1102-1B-50A-1	四通电磁阀	

续表

位号	被控参数名称	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀	备注
KWR/KWI-29.30	测定2号盘磨机主电机有效功率（kw）的指示记录表	1.功率变送器56-3PI-053，Ry=2kΩ 2.电流互感器600/1A 3.三相电压互感器6600/110v	1.记录器，ELR39Q 12=100—100=B 0～500kw 2.指示器77-022		
LICA-22	测量和控制预热器中木片料位带报警器的指示控制器	1.控制料位的接受器Q4675/6R、9、10 2.安全料位的接受器Q4675/5、8、11、8 3.放射源Q4621/5	1.脉冲时间控制器 2.指示器带报警触点 3.电子单元，带报警触点 Q4675/1、2、3、4、7		
LA-10	1号RL505盘磨机前木片溜槽中指示料位的报警器装置	1.放射源Q4621 8MC，Cs137 2.接受器Q4675/5、6v、8	电子单元带警报触点		
PosI-32	3号RL505盘磨机中磨盘位置指示仪	位置变送器	1.偏差指示器 4012-8539/1 ±50μA 2.调整点单元		调节单元

续表

位号	被控参数名称	变送器	指示、记录、调节器	自节调节阀	备　注
KWR/KWI-33.34	3号盘磨机主电机有效功率(kw)的指示记录仪	1.功率变送器 SINEAX56-3PI-053, Ry=2kΩ 2.电流互感器，600/1A 3.三相电压互感器6600/110v			低功率开关
LICA-39	1号浆池液位控制用的带报警器指示控制器	液位变送器 10B3495J-BEBB 0～3.5MH_2O	1.指示调节器PI S_t-1351ADEB-12 2.高液位恒压器 J_{41}-142-9826 3.低液位恒压器 J_{41}-142-9826	控制阀门，带阀位指示器，气开型 KSB-1102B-2A-100 -1 C_g=3% Q=0-3500L/min	
KWR/KWI-35.36	4号盘磨机主电机有效功率(kw)的指示记录仪	1.功率变送器 SINEAX56-3PI-053 2.电流互感器600/1A 3.三相电压互感器 6600/110v	1.记录器，双笔 ELR39Q12=100-100B, 2.指示器771-022-291		低功率开关
P_{os}I-34	4号RL505盘磨机中盘磨位置指示仪	位置变送器	1.偏差指示器 4012-8539/1 ±50μA 2.调整点单元		功率单元

续表

位号	被控参数名称	变送器	指示、记录、调节器	自动节调阀	备　注
LICA-37	4号浆池液位控制用的带报警器的指示控制器	液位变送器 10B3493JBEBB 0～3.5MH_2O	1.指示调节器PI SI—1351ADEB-12 2.高液位恒压器 J41-142-9826 3.低液位恒压器 J41-142-9826	控制阀门，带阀位指示器： 1.气开KSB-1102B-2A-80-1 Cs=1.2%浆， Q=0-3000L/min 2.气关 Q=0-4000L/min	
KWk/KWi-38.39	5号RG42盘磨机主电机有效功率(kw)指示记录仪	1.功率变送器SINEAX； 2.电流互感器200/1A。 3.三相电压互感6600/110v	1.记录器，双笔 ELR39Q12=100—100=B 2.指示器771-022-291		
LIC-38	挤浆机槽中浆位的指示控制器并调节打浆机速度	1.液位变送器 13D3495EBBEBB 0～500mmH_2O。 2.气电转换器ET-110	脉冲时间控制器 E-puls		辅助继电器KR11S两只
FI-20	流向预热器清水流量的指示装置		流量计 S_2-GL-40 80-160L/min		

注：SVA——带限位开关和位置报警器的自动操作阀

三、间歇蒸煮工段

（一）国内某厂蒸煮工段自控仪表系统

国内某厂蒸煮工段自控仪表配置图如图15-112(插页）所示。该厂蒸煮工段有四名110m³立锅，生产硫酸盐木浆，供抄造纸袋纸。现有主要仪表如下：①蒸煮升温程序控制仪（包括气动三针记录仪)；②蒸煮压力程序控制仪（包括气动三针记录仪)；③EQC—53型电子自动电桥（12点，每锅三点)；④上、下循环流量指示记录仪；⑤松节油温度自动控制仪；⑥放锅水温度自动控制仪；⑦污水上、中 下温度记录仪；⑧电子皮带秤；⑨主汽流量、温度、压力记录仪；⑩喷放锅浆位指示表；⑪加热器排水自动控制仪；⑫冷凝水位自动控制仪；⑬黑液计量槽液位控制仪；⑭工业电视监视木片仓、蒸煮一、四楼，正常生产中操作的阀门均实现遥控。

这些仪表操作方便，给蒸煮生产过程的控制提供了准确数字，为提高蒸煮产、质量，减轻劳动强度创造了有利条件。产量从投产初期的日产9～11锅提高到现在的日产15～17锅，质量合格率从开始的65～75%提高到现在的90%以上，事故从投产早期的每月2～3锅生浆或夹生浆，下降到不发生生浆事故，人员从当初的每班12人，减少到现在的每班9～10人。

（二）国内某厂蒸煮锅自控仪表系统

该厂为亚硫酸盐浆厂。蒸煮工段分为新旧两个系统，新系统的三台蒸煮锅所采用的仪表是随本体设备成套由美国Foxboro公司进口的，如图15-113所示。表15-49为其所用自控仪表一览表。在蒸煮时蒸汽温度保持在146℃，锅内压力833kPa(8.5kg/cm²)。

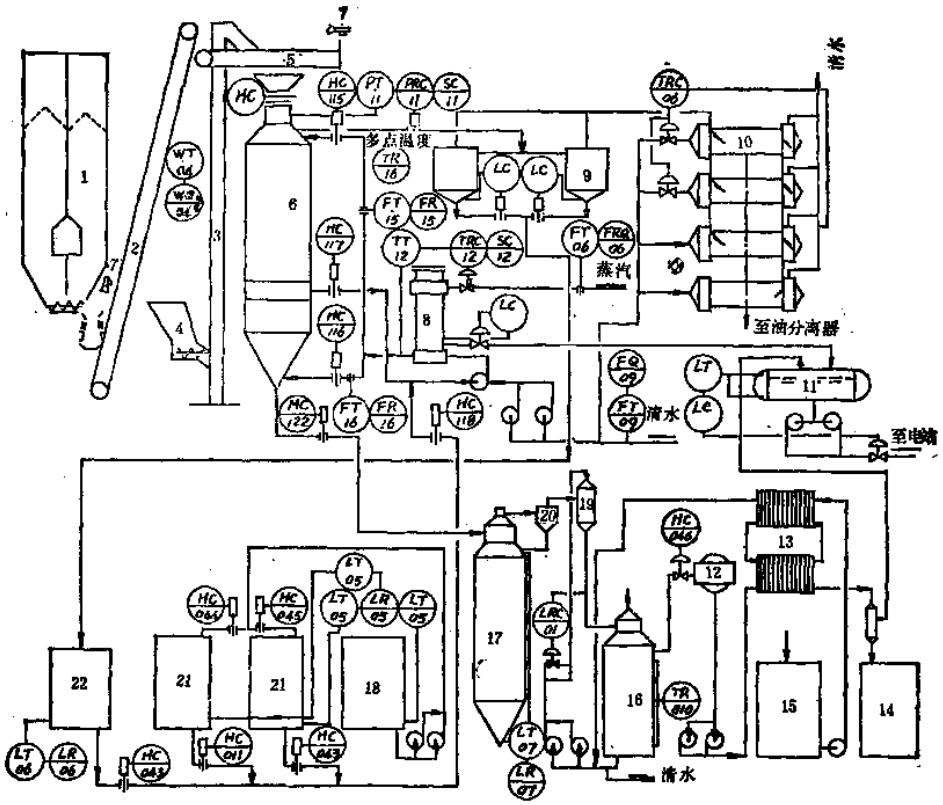


图 15-112　蒸煮工段自控仪表配置图

1—木片仓　2—运输带　3—提升机　4—木节仓　5—运输带　6—蒸煮锅　7—电视　8—加热器
9—分离器　10—冷凝器　11—冷凝冰箱　12—过滤机　13—热交换器　14—热水槽　15—温水槽
16—污水槽　17—喷放锅　18—白液槽　19—冷凝器　20—分离器　21—白液计量槽　22—黑液计量槽

表 16-49　　蒸煮锅自控仪表一览表

序号	名　称	测量范围	型号规格	单位	数量	备　注
1	温度程序控制器		PR/TRC-1	台	3	基地式凸轮
2	气动压力调节器		PC-4	台	3	
3	气动二针记录仪		FR-3	台	3	
4	气动色带液位计		LI-1	台	3	
5	油压继电器	20～50kgf/cm²	HER10N	台	1	
6	气动薄膜调节阀		TYPEF-23	台	3	
7	同上		STYCE 316S.S.	台	3	
8	气动差压变送器	0～4000mmH_2O	13A-HS1	台	3	
9	同上	0～8400mmH_2O	13FA-HS316-L	台	3	
10	电磁阀		2A-L121/1-AML	个	30	每台阀门开闭情况由灯光显示
11	油压泵			台	2	
12	气动差压变送器	0～6000mmH_2O	13A-HS1	台	3	

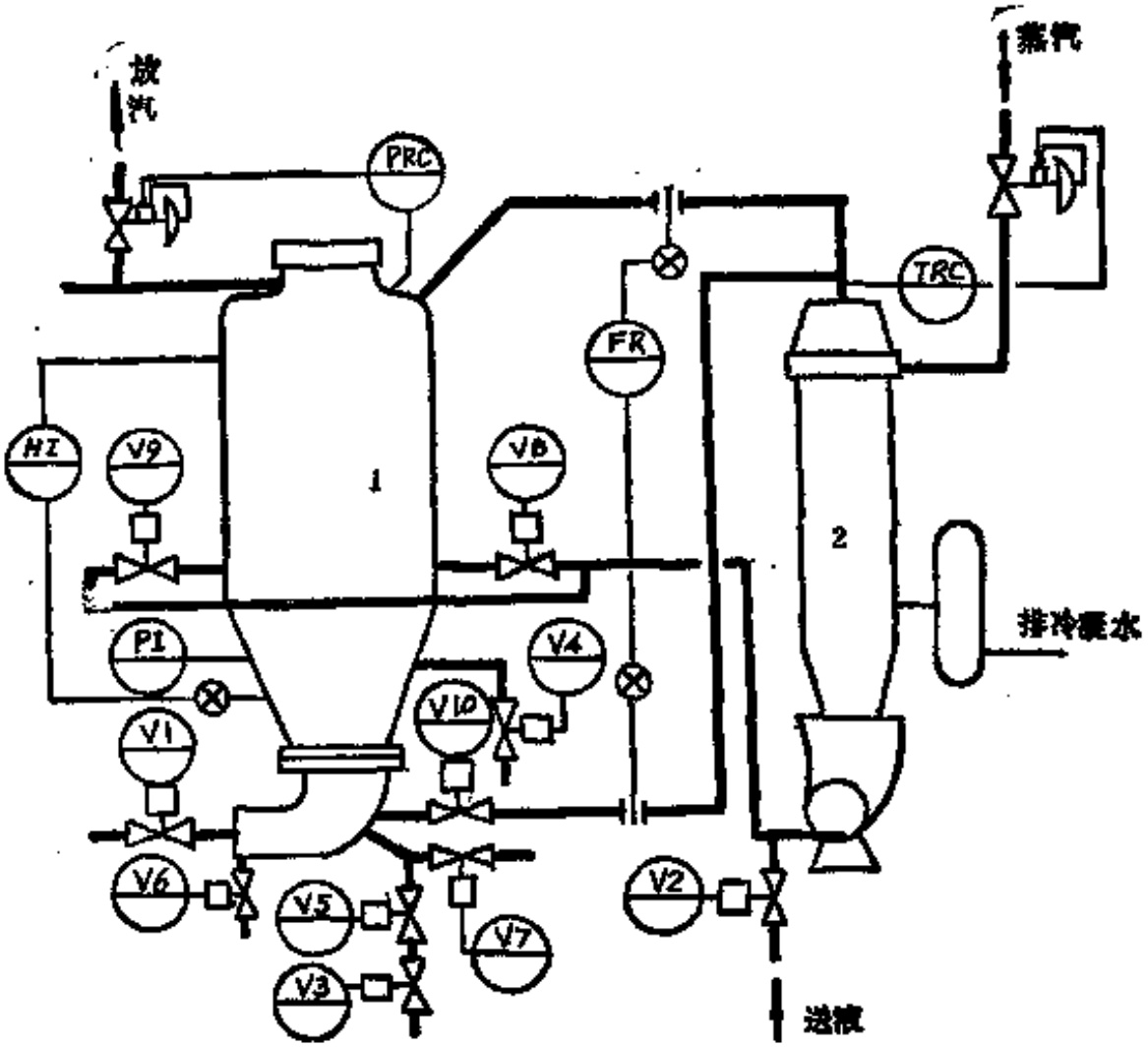


图 15-113　蒸煮锅自控仪表配置图

1—蒸煮锅　2—加热器

V1—放浆阀　V2—送液阀　V3—回收阀　V4—排气阀　V5—循环洗涤阀　V6—排冷凝水阀　V7—放锅注水阀　V8—中循环阀(西)　V9—中循环阀(东)　V10—下循环阀

（三）国外间接加热的亚硫酸盐法蒸煮锅的自控仪表（图15-114）

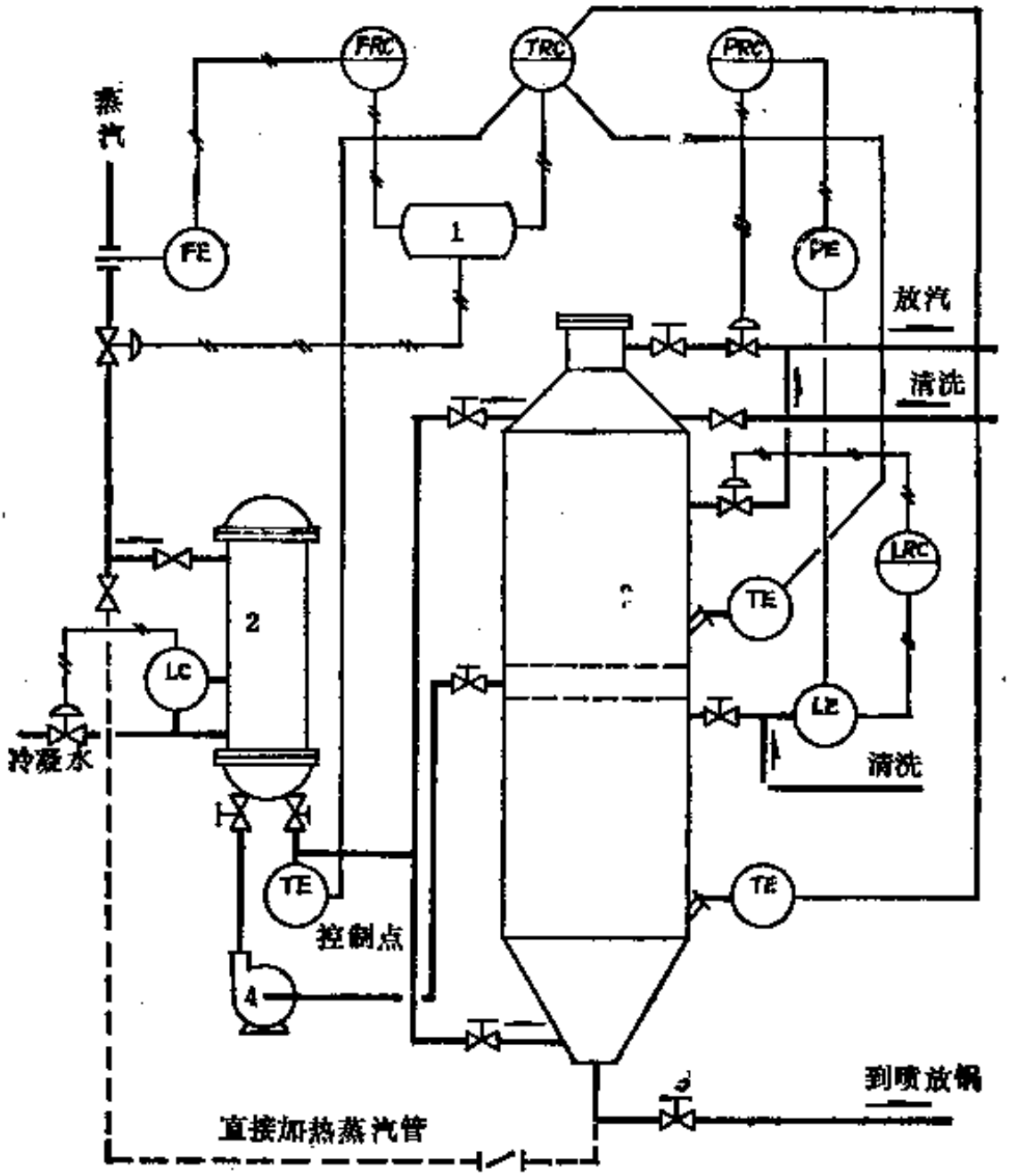


图 15-114　亚硫酸法蒸煮锅自控仪表配置图

1—选择开关　2—加热器　3—蒸煮锅　4—循环泵　5—喷放阀

（四）化学纤维浆蒸煮程序控制系统

这套程控系统是国内某化学纤维厂把数字时间程序控制器配合XDD-400型电子平衡电桥(带P.I.D电动调节)、DQ-2型电气转换器、QGD-100型气动定值器，XLJ-Ⅱ型三通电磁阀、

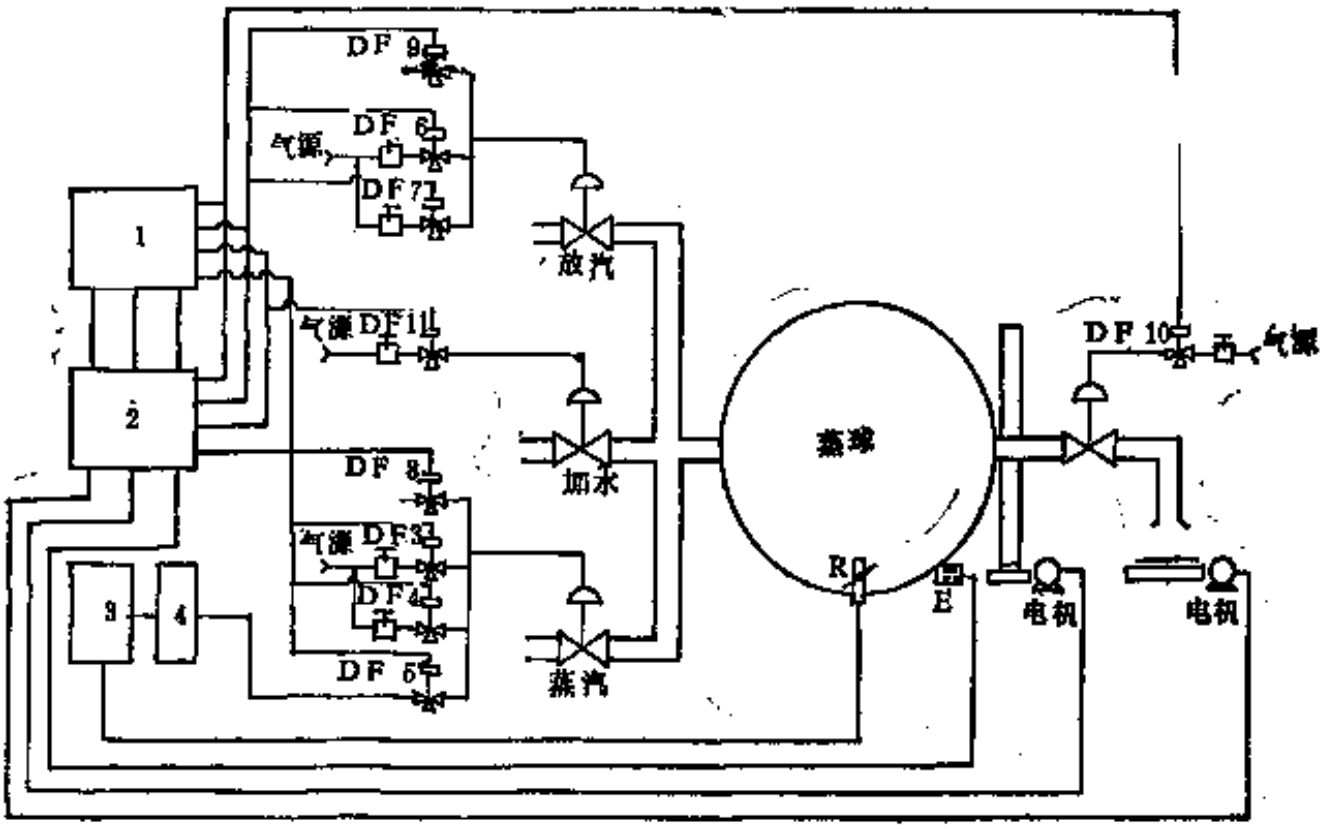


图 15-115　化纤浆蒸煮程序控制示意图

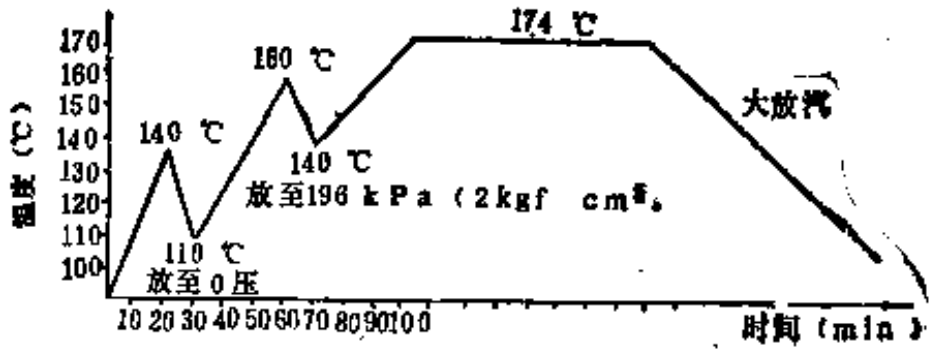


图 15-116　要求的升温曲线

表 15-50.　　化纤浆蒸煮工艺程序表

动作 \ 程序	起动	一次升温	停球	小放汽	二次升温	停球	小放汽	三次升温	保温	停球	压黑液	大放汽	加水	结束
起动	✓				✓			✓					✓	
停球			✓			✓				✓				✓
开蒸汽阀		✓			✓			✓	✓					
开放汽阀				✓			✓					✓		
关蒸汽阀			✓			✓				✓				
关放汽阀					✓			✓					✓	
黑液阀											✓			
加水阀													✓	
完成报警														✓
低压保护								✓	✓					
时间(min)	3	20	3	10	30	3	10	30	90	3	10	65	10	
压缩空气压力 (kgf/cm²)		0.9		1	0.9		0.1	仪表调节	仪表调节		0.8	0.9～1	1	

ZMAP-16K型气动薄膜调节阀、YX-150型0～16kgf/cm²电接点压力表、DZ-52型中间继电器、JLXKI-111X型行程开关和JWZ制动器等组成。蒸煮程序控制如图15-115所示。

这套程控系统能控制蒸煮过程：如起动、一次升温、停球、小放汽、二次升温、停球、小放汽、三次升温、保温、停球、压黑液、大放汽、加水、结束。共14个步骤。同时还设有低压保护装置，防止碱液倒流。其程序与时同分配和动作见表15-50(化纤浆蒸煮工艺程序表)所示。图15-116为要求升温曲线图。

数字时间程序控制器全部采用PNP型锗管，由脉冲发生器、计数单元、译码数字显示、程序控制、程序分配、置零线路和稳

压电流组等组成。考虑到工艺条件的要求，每一主要程序的操作时间可由旋钮调节。变换程序时经过一个或数个继电器输出至执行机构。

工艺程序表说明：

（1）除起动、停球、加水三个程序的时间在仪表内固定，其余各程序均可在表盘外调节从0～99min，保温时间先调90min，在保温过程中视来汽压力情况适当延长。

（2）黑液阀、加水阀规定在10min内完成一次开关动作。

（3）为减轻大放汽时放汽阀振动，压缩空气压力先用88.2kPa(0.9kg/cm²)，放汽5min后，再调至98kPa(1kg/cm²)。

要求升温曲线说明。

（1）升温总时间为100min（停球、起动除外）。按工艺要求应在110℃、140℃各放汽一次。由于铂电阻是从轴头插入蒸球的，它首先与蒸汽接触，而球内温度的反应有落后现象，故改在140℃、160℃小放汽。

（2）小放汽以压力为准，图示小放汽结束时的温度为生产实践的一般数据。

图15-117为化纤浆蒸煮数字时间程序控制器总逻辑图。分脉冲源采用无稳态电路经四级双稳态16分频后发出信号。秒脉冲直接由无稳态电路发出信号。

计时电路由两组2～10进制双稳态电路组成。采用“8421”法编码译码，数码管显示。并经时间选择旋钮接至程序控制器与程序分配器的信号组成负与门电路。当达到给定时间，负与门打开经或门输出脉冲信号至程序分配器加“1”进行下一道程序。

程序分配器为四级双稳态16进制电路组或。考虑到译码与门电路负载能力较小，现加两级反相器后输出信号。因为有的程序要同时带动几个执行机构，故又加上射极跟随器以提高输出功率。

动作条件完或、时间延长采用正电位钳制程序控制器负与门

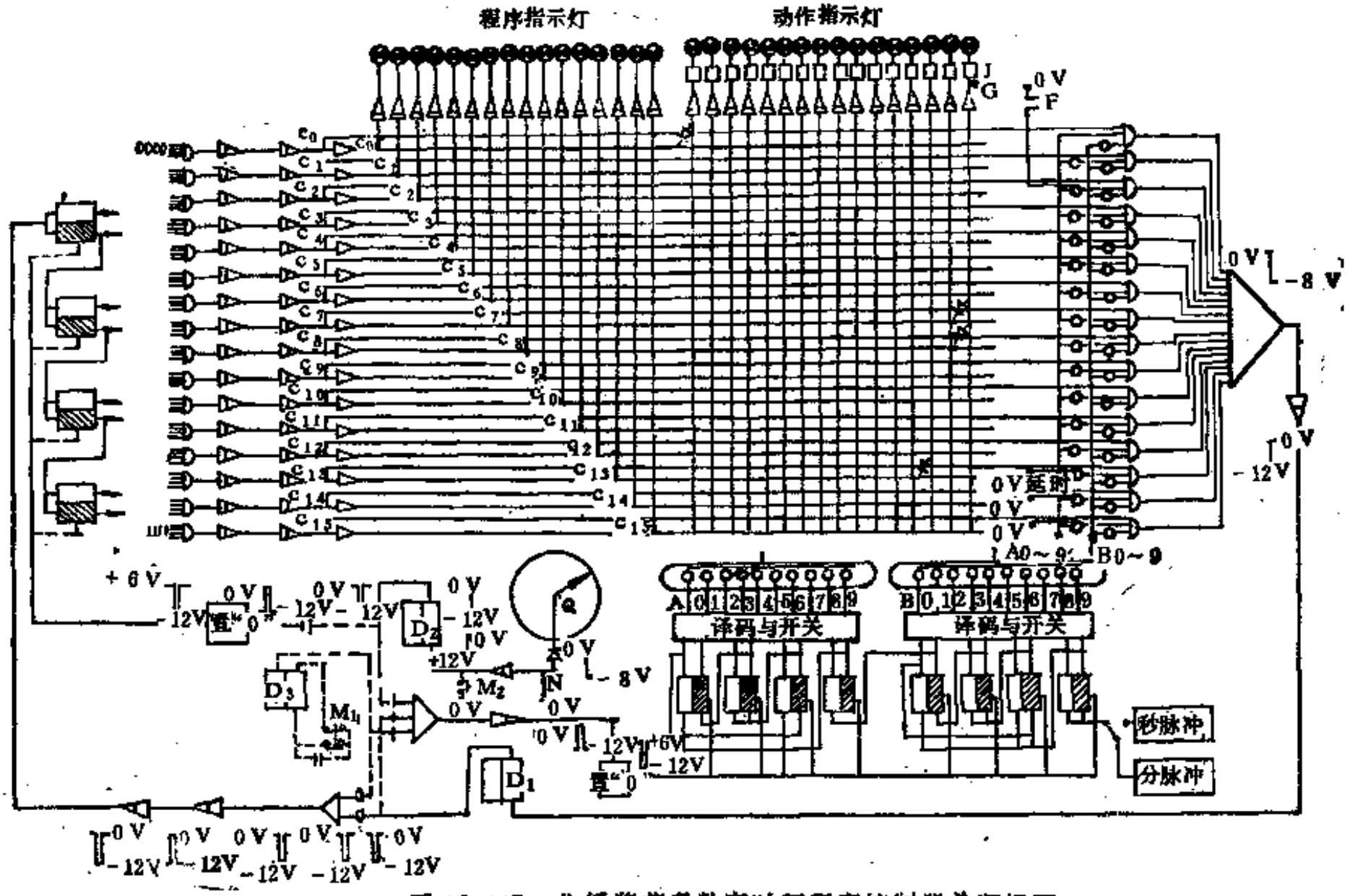


图 15-117　化纤浆蒸煮数字时间程序控制器总逻辑图

电路来达到。例如当停球动作完成，限位开关断开后，正电信号放，即保证球停下来，才能进行下道放汽程序，若球不停、延时间到，放汽也不进行，就是说在各项给定条件具备时与门才得打开。

低压保护与电接点压力表配合使用，在升温保温程序时，当蒸汽压力低于给定值时，关闭蒸汽阀门的继电器电路通，通过电磁阀转换成压缩空气关闭阀门。

供电电源为220V50Hz，经变压器供仪器用电共有六组电源。交流6.3V供指示灯使用；其余均经全波整流，其中+6V，−12V采用稳压电源，供晶体管开关电路采用；+180V，−45V供数字显示管使用；+18V供执行机构线路晶体管元件、继电器使用。

（五）国外蒸球自控仪表配置图（图15-118）

其自控仪表由泰勒（Taylor）仪表公司供应。

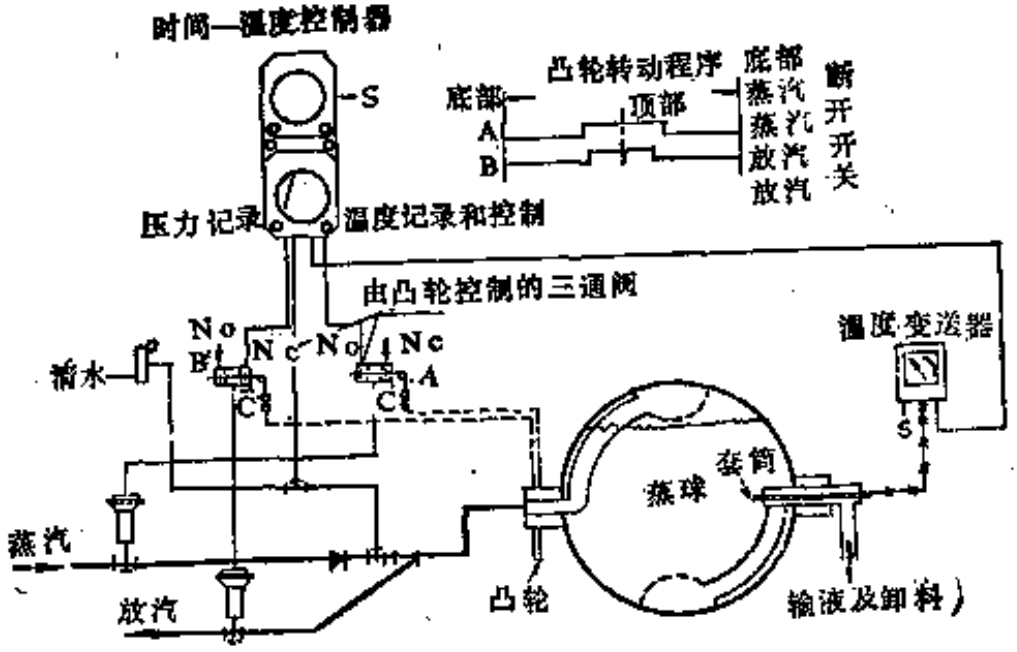


图 15-118　蒸球自控仪表配置图

NO—常开　NC—常闭　S—气源

四、连续蒸煮工段

（一）国内某厂连续蒸煮工段仪表配置

该厂从芬兰进口的潘迪亚连续蒸煮器（原设计日产50t化学草浆）生产流程自控仪表配置如图15-119所示。所用自控仪表如表15-51所示。

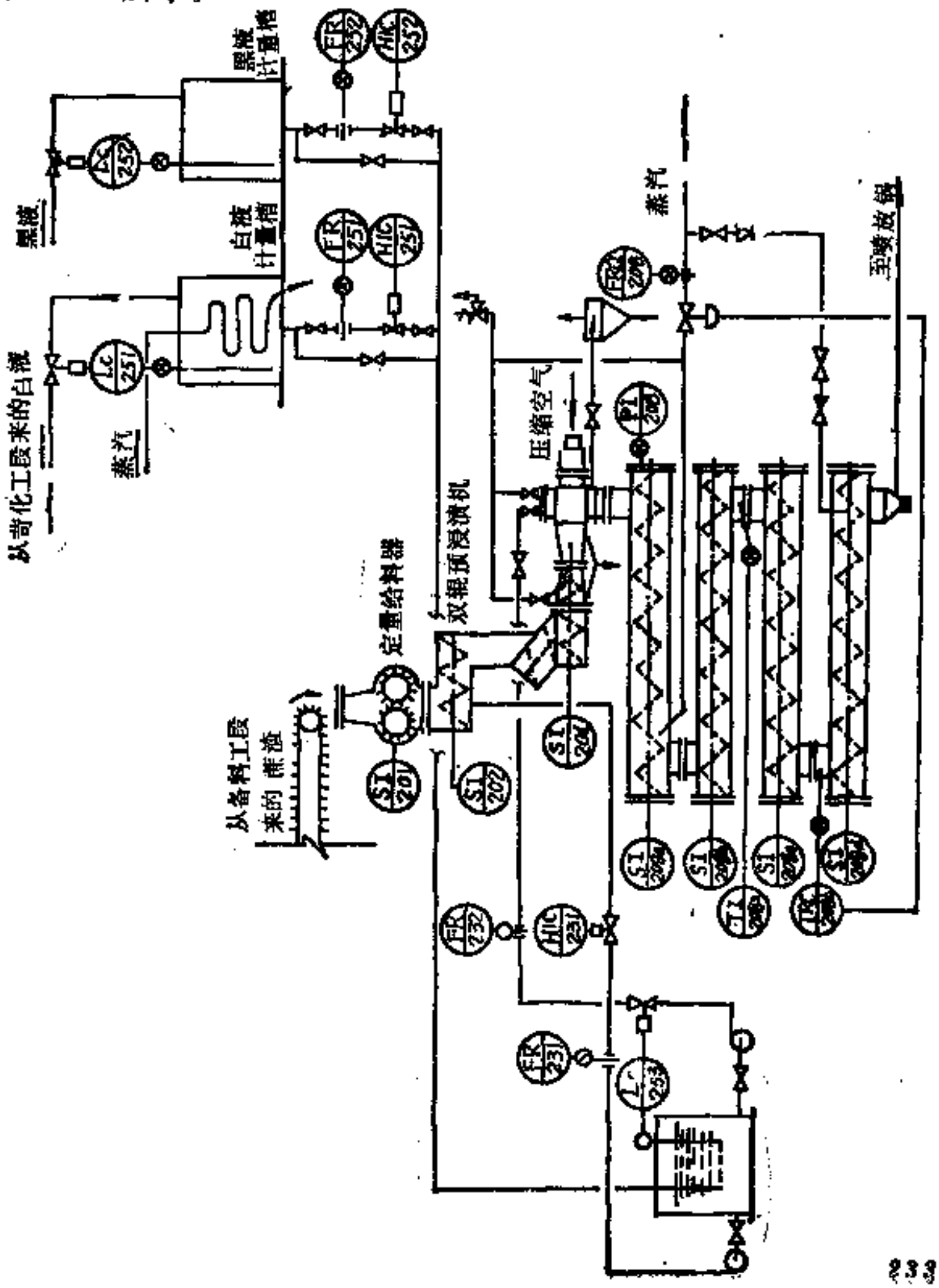


图 15-119 连续蒸煮器自控仪表配置图

表 15-51

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示，记录，调节器	自动调节阀
FRQ-208	蒸汽流量测量	12kgf/cm², 187℃, 5.2t/h	孔板2701型，NS150 NP25，d_{20}=91.60mm	记录器AIREC-Z型，0～6t/h ΔP=1600mmH_2O	
TI-208a	蒸煮器温度测量	12kg/cm²,187℃,52t/h	FEMP-AIR型气动温度变送器 0～200℃≙0.2～1kgf/cm²	AIR-POINT型气动指示器 0～100%≙0.2～1kgf/cm²	
TRC-208b	蒸煮器温度控制	12kg/cm²,187℃, 5.2t/h	TEMP-AIR型气动温度变送器0～200℃≙0.2～1kgf/cm²	AIREC型气动记录器，AIR-TROL PI型调节器	Fischer 657/45-AR NS65单座
PI208	蒸煮器压力测量		PRESS-AIR M1型气动压力变送器，0～12 kg/cm²≙0.2～1kgf/cm²	AIR-POINT型气动指示器	
FR-231	蒸煮液流量记录	4kg/cm², 70℃, 200L/min	孔板31219型，NS50，d_{20}=15.15mm，DIFF-AIR型差压变送器 ΔP=1500mmH_2O	AIREC-Z型 一针：0～100L/min 二针：0～200L/min	

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示，记录，调节器	自动调节阀
HIC-231				AIR-TEL手动遥控板	执行机构 PISTOR A150，球阀，3PV26型
FR-232	蒸汽液流量记录	14kgf/cm², 70℃, 800L/min	孔板31239型，NS80，d_{20}=20.4mm．DIFF-AIRM1型．ΔP=1600 mmH_2O	AIREC-2型（与FR-231合用）	
FR-251	白液流量记录	1.7kg/cm², 60℃, 100L/min	孔板31239型，NS50，d_{20}=15.12mm，DIFF-AIRM1型，ΔP=1600mmH_2O	AIREC-2型	
LC-251	白液液位控制	70℃，r=1.04	发泡管2M	调节器6G2G型 624B-16, 0～1600mmH_2O	执行机构 PISTOR A150，球阀3PV25型
HIC-251	白液流量手动遥控			AIR-TEL手动遥控板	同上

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示，记录，调节器	自动调节阀
FR-252	黑液流量记录	1.7kgf/cm², 70℃, 200L/min	孔板31239型，NS80，d_{20}=20.56mm，DIFF-AIR M1型，ΔP=1500mmH_2O	AIREC-Z型（与FR-251合用）	
LC-252	黑液液位控制	70℃，r=1.07	发泡管2M	0G2G型，624B-15 0～15.68KPa (0-1600mmH_2O)	执行机构 PISTOR A150，球阀3pv25型
HIC-252	黑液流量手动遥控			AIR-TEL手动遥控板	同上
LC-253	蒸煮液液位控制	r=1.05	发泡管2M	0G2G型 624B-15 0～15.68KPa (0～1600mmH_2O)	同上

注，1. SI为转速指示（r/min）

2. 1kgf/cm²=9.80665×10⁴Pa

3. 1mmH_2O=9.80665Pa

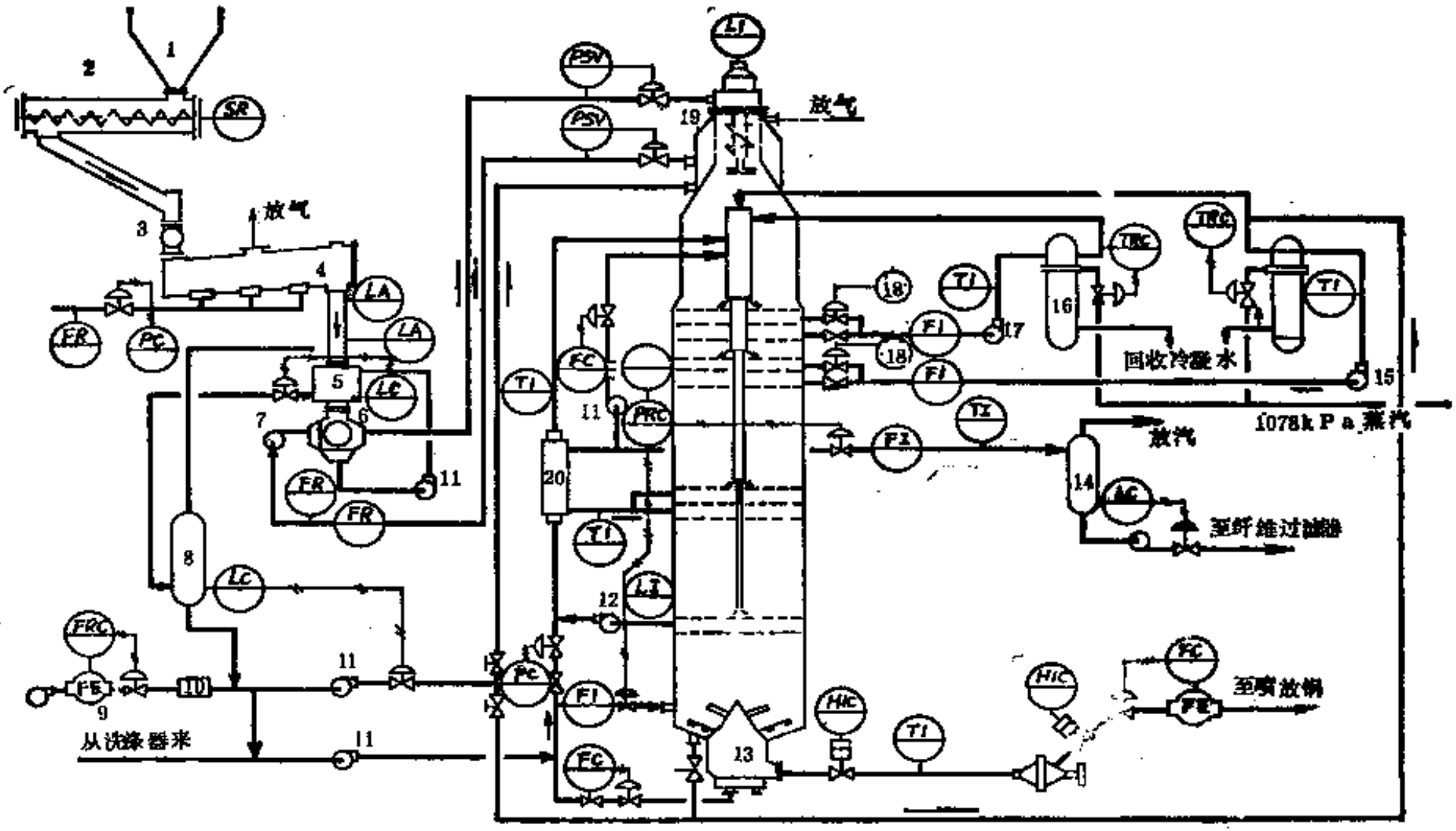


图 15-120　卡米尔连续蒸煮器自控仪表配置图

1—木片仓　2—木片计量计　3—低压喂料器　4—预热器　5—料槽　6—高压喂料器　7—顶部循环泵　8—液位槽　9—送液泵　10—热交换器　11—泵　12—底部循环泵　13—卸料装置　14—乏汽罐　15—下部循环泵　16—上部加热器　17—上部蒸煮泵　18—定时器　19—顶部分离器　20—扩容器

（二）国外卡米尔（Kamyr）连续蒸煮器自控仪表配置图(图15-120)

（三）国外(Impco)连续蒸煮器自控仪表配置(15-121)

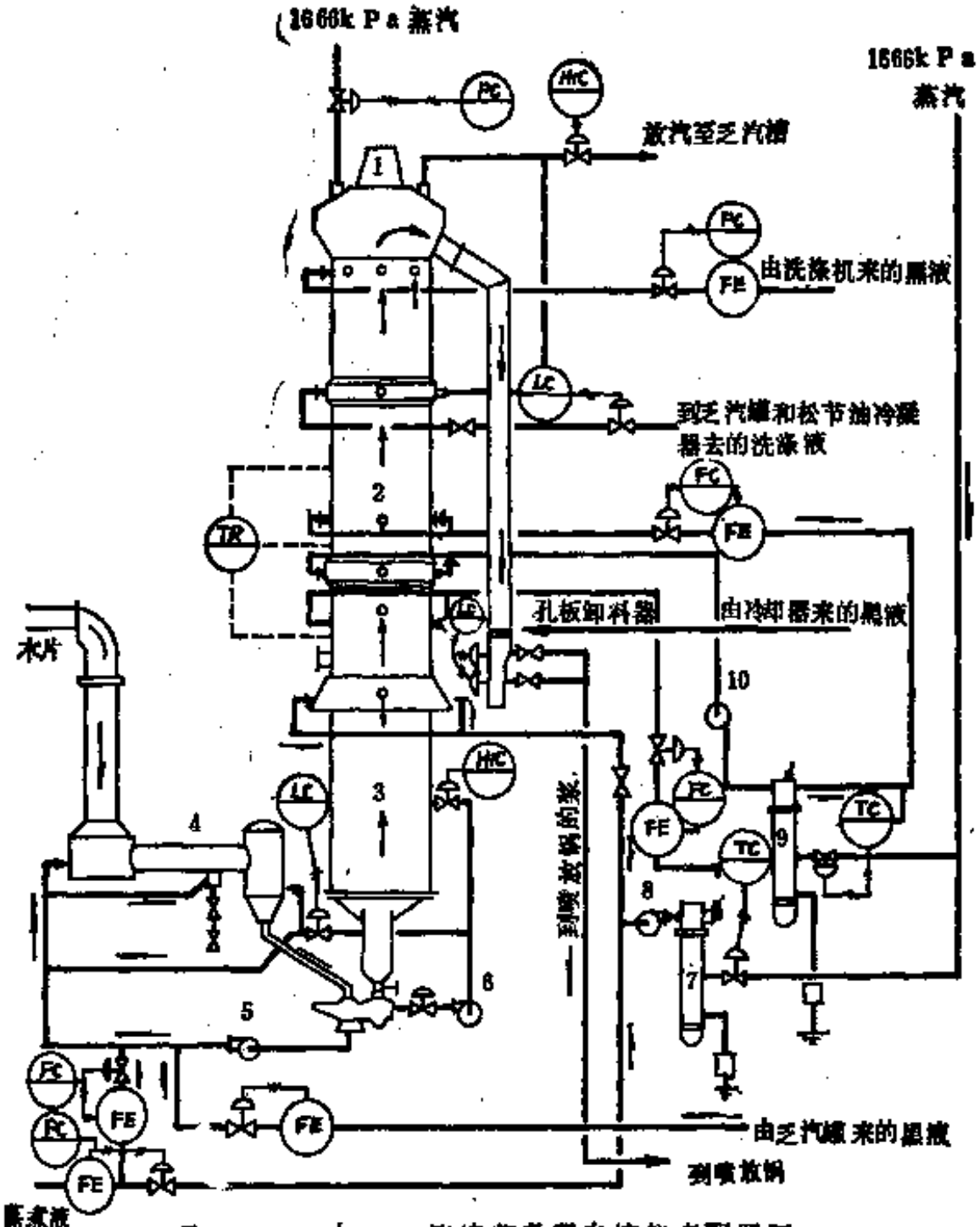


图 15-121 Impco连续蒸煮器自控仪表配置图

1—刮板 2—蒸煮器 3—木片提升机 4—木片喂料器 5—木片水槽泵 6—木片提升器循环泵 7—下部蒸煮加热器 8—下部蒸煮液泵 9—上部蒸煮加热器 10—上部蒸煮液泵

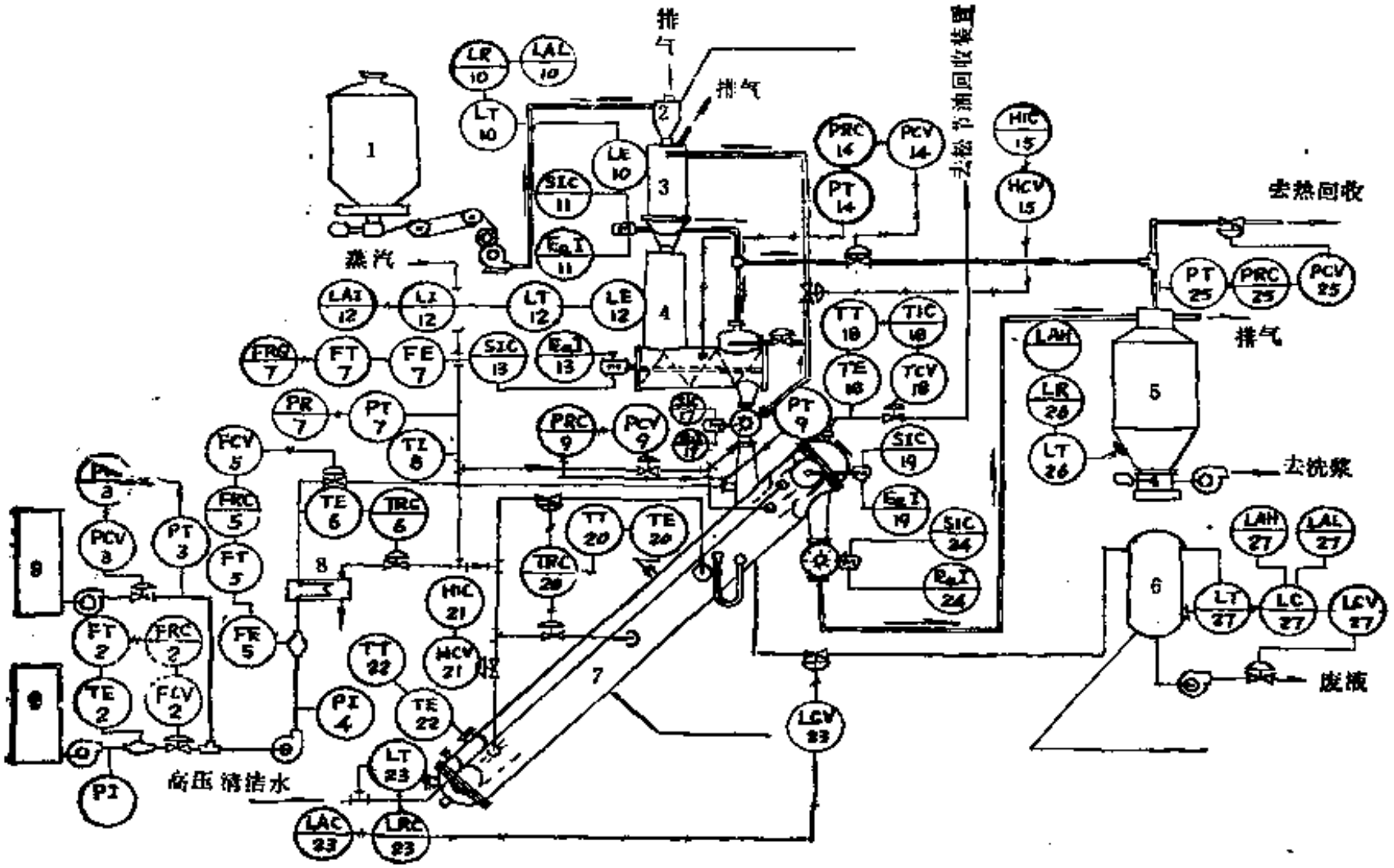


图 15-122　斜管式连续蒸煮器自控仪表配置图

1—木片仓　2—旋风分离器　3—缓冲器　4—塔　5—喷放锅　6—液体乏汽罐　7—蒸煮塔　8—加热器　9—黑液槽

（四）国外斜管连续蒸煮器自控仪表配置图

（图15-122）

五、洗选工段

（一）国内某厂洗选工段自控仪表配置之一

（图15-123）

该厂原设计的洗选工段自控仪表配置如图15-123所示。其所用自控仪表如表15-52所示。

（二）国内某厂洗选工段自控仪表配置之二（图15-124）

（三）国外洗浆工段自控仪表配置（图15-125）

表 15-52

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示，记录，调节器	自动调节阀
WR-225	喷放锅称量		测力传感器 PRQ226/20	PR2210P 0～100%	
FR-301	1.5%浆料流量记录	P=4kgf/cm² T=80℃ Q=2500L/min	文丘里管3838型， NS200，d_{20}=98.4mm PIFF-AIRMI ΔP=0～1500mmH_2O	AIREC 0～2500L/min	
HIC-301	浆料流量手动遥控			AIR-TEL手动遥控板	Fisher型480-U
LIC-305	浆料液位控制		液压计膜头LJ型， PRESS-AIR	AIR-SETP， AIR-TROL PL	执行机构 PISTOR A150 蝶阀，Neles 4-212型NS125
EPRC-308a，EPRC-308b	错浆机功率控制		1.频率变送器WATT-AIR，50-100kw△0.2～1kgf/cm² 2.气动压力放大器 B3848型	1.AIR-SETP 2.MANEXHD型双针座力表 MAREC-A两针记录	
CsRC-321	浓度控制	SR=12～13 T=40℃ P=30kgf/cm²	Pulp-AiR气动纸浆浓度变送器	AIR-SETP.AIREC-2 AIR-TROL,REL-AIR-SP气动比值器	1.Fisher 657/70AR双座,NS80 2.Fisher 657/40AR 单座NS50

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示，记录，调节器	自动调节阀
FI-322	1#浆料流量测量	P=3kgfcm²，T=50℃，Q=1000L/min	文丘里管3836型，NS100，d_{20}=60.85mm，PIFF-AIR M1 ΔP=0～1500mmH_2O	AIR-POINT 0～100%均方根	
FR-323	黑液流量记录	P=3.5kgf/cm²，T=80℃，Q=300L/min	孔板31239型，NS80 d_{20}=27.22mm，DIFF-AIRM1 ΔP=0～1500mmH_2O	AIREC-2，一针：0～300L/min 二针：0～100℃（TR-323用）	
TR-323	黑液温度记录	P=3.5kgf/cm²，T=80℃，r=1.07kg/dm³	TEMP-AIR 0～100℃ ≤0.2～1kgf/cm²	AIREC-2(与FR-323合用)	
CsRC-328	浓度控制	SR=13，T=40℃，C=4%，Q=60m³/h	pulp-AIR纸浆浓度变送器	AIR-SETP AIREC-2 AIR-TROL PI	Fisher 657/40-AR NS40 双座
HIC-328	浆料流量手动遥控			AIR-TROL气动手动遥控板	Fisher 480-U NS-100
FR-331	热水流量记录	P=3kgf/cm²，T=80℃，Q=500 L/min	孔板31618型，NS80，d_{20}=53.36mm，DIFF-AIRM1 ΔP=0～1500mmH_2O	AIREC-2 一针：0～500L/min，二针：0～100℃	

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示，记录，调节器	自动调节阀
TR-331	热水温度记录	P=3kgf/cm²， T=80℃	TEMP-AIR， 0～100℃	AIREC-2， （与FR-331合用）	
LIC-341	碱液液位控制		液压计膜头LJ型 PRESS-AIR 0～4.4mH_2O	AIR-TROL PI	执行机构 PISTOR A150，蝶阀NELES， 4-206型NS50
DR-341	黑液密度记录	r=1～1.1kg/L	2500t-249P NS100	AIREC	
LC-342	粗浆液位控制		发泡管2.5m	0G2G，624B-15， 0～2.5mH_2O	执行机构，PISTOR A150，球阀Neles 4-pv40型
LRC-343a	滤液液位控制		液压计膜头LJ型， PRESS-AIR 0～4.7mHO_2	AIR-SETP， AIREC-2， AIR-TROL PI	执行机构，PISTOR A150，蝶阀Neles， 4-208型，NS80
LRC-343b	滤液液位控制		同上	同上（与LRC-343a合用）	同上
LR344	滤液液位记录		液压计膜头，LJ型， PRESS-AIR 0～39.2 KPa 0～4mH_2O	AIREC 0～4mH_2O	

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录，调节器	自动调节阀
LI-345	洗后浆料液位测量		液压计膜头，LJ型，PRESS-AIR，0～4.5mH_2O	AIR-POINT	
LI-346	精浆液位的测量		同上	同上	

注，1kgf/cm²=9.80665×10⁴Pa

1mmH_2O=9.80665Pa

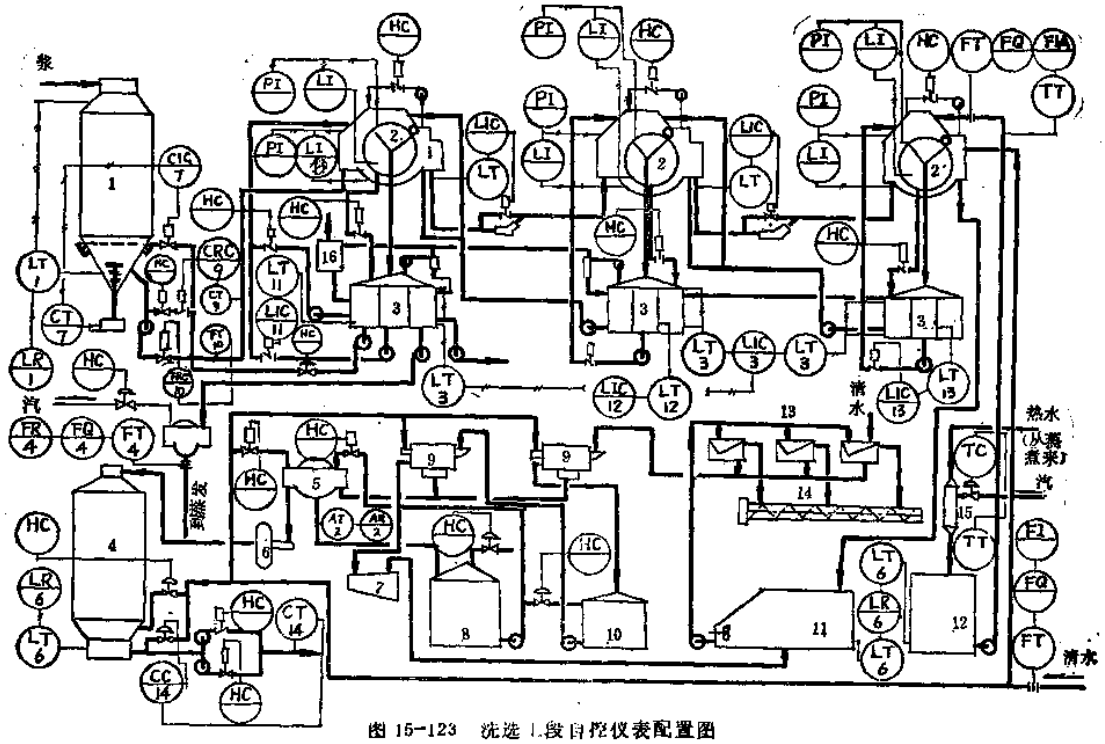


图 15-123　洗选工段自控仪表配置图

1—喷放锅　2—洗浆机　3—黑液槽　4—浆池　5—脱水机　6—高浓浆泵　7—精浆机　8—白水槽　9—扣文筛
10—溢浆槽　11—浆池　12—热水槽　13—除节机　14—节子螺旋输送机　15—加热器　16—泡沫槽

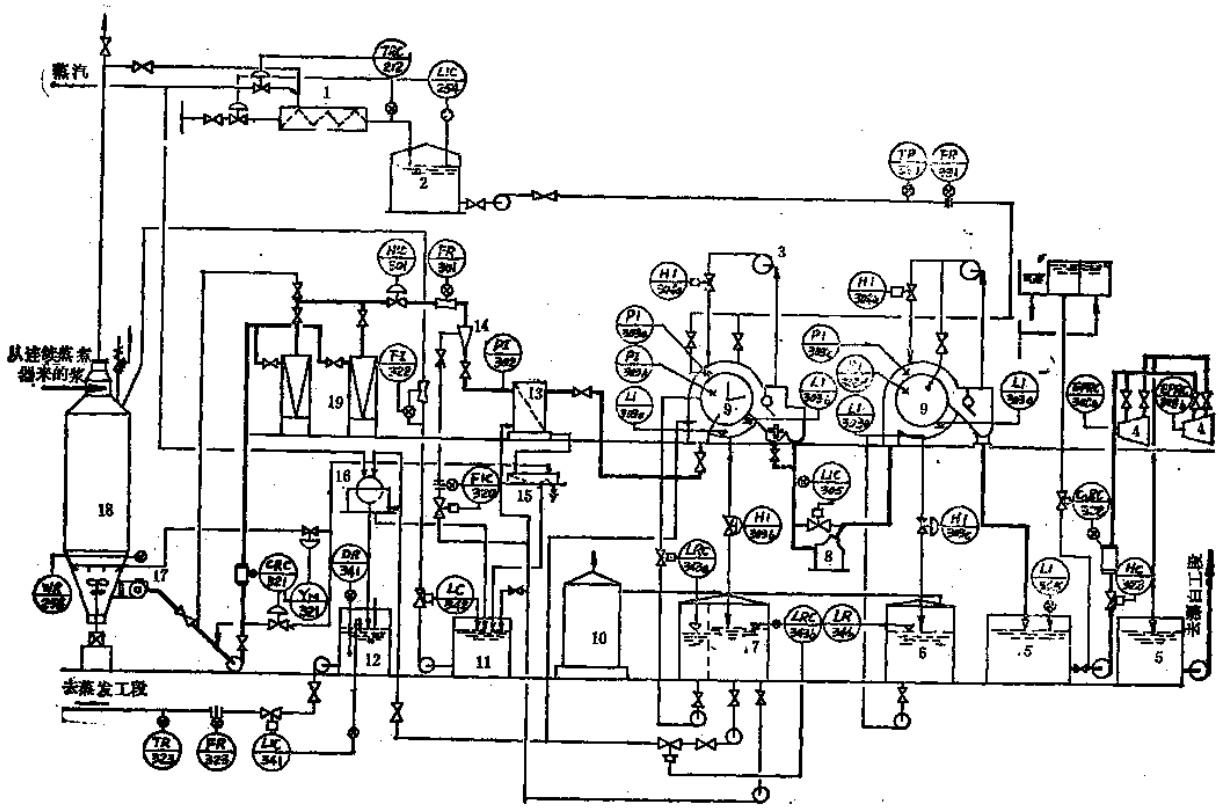


图 15-124　洗选工段自控仪表配置图

1—热交换器　2—热水槽　3—高压鼓风机　4—精浆机　5—浆池　6—黑液槽　7—双效黑液槽　8—轴流泵　9—压力洗浆机　10—稀缺槽　11—粗液池　12—稀黑液槽　13—旋翼筛　14—稀释器　15—振框平筛　16—黑液过滤机　17—伏格特子节浆破碎机　18—喷放锅　19—粗浆除砂器

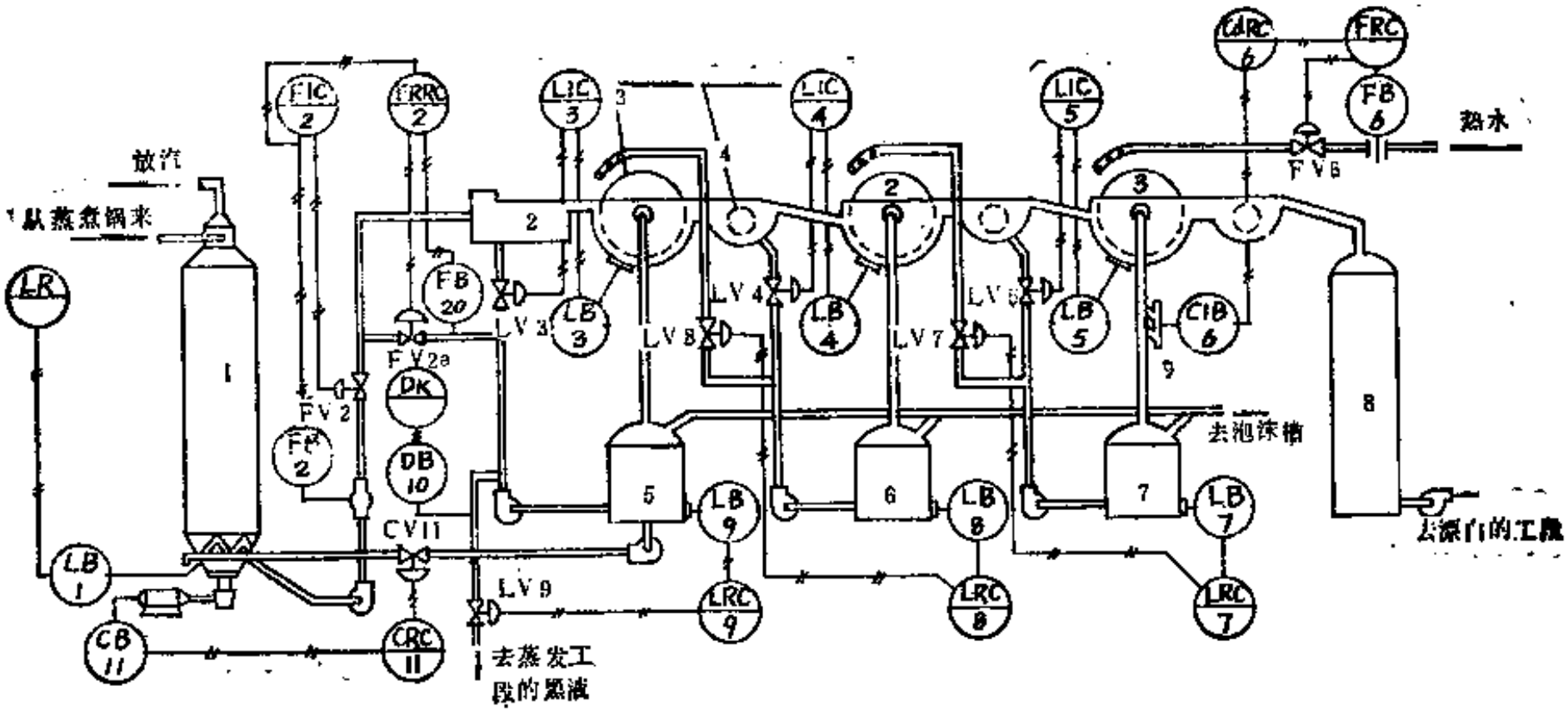


图 15-125　国外洗选工段自控仪表配置图

1—喷放锅　2—除节机　3—洗浆机　4—搅拌器　5—1号黑液槽
6—2号黑液槽　7—3号黑液槽　8—贮浆池　9—电导率取样器

六、漂 白 工 段

(一) 国内某厂漂白工段仪表配置

(1) 柳江造纸厂漂白工段（三段漂）自控仪表配置如图15-126所示。其所用自控仪表如表15-53所示。

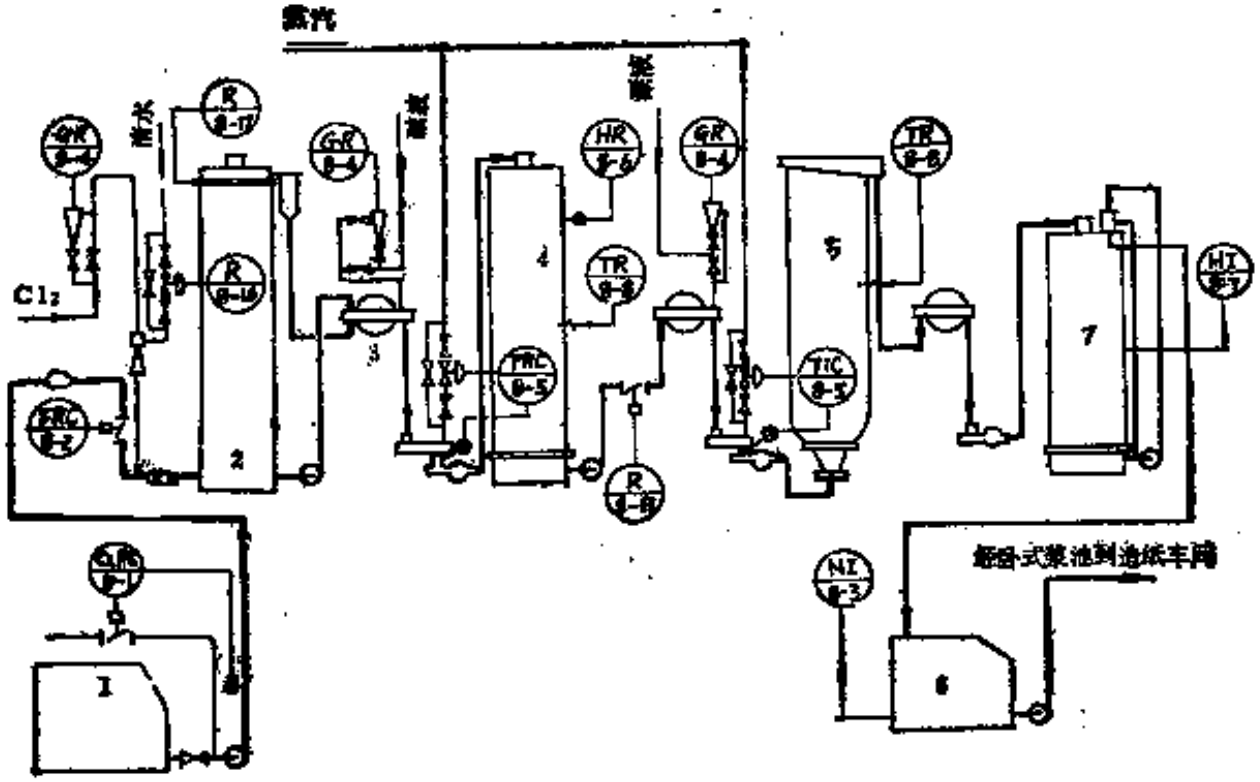


图 15-126 漂白工段（三段漂）自控仪表配置图

1—浆池 2-氯化塔 3-低位洗浆机 4-碱化塔 5-漂白塔 6-白水池 7-立式贮浆塔

表 15-53

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
CsRC-8-1	纸浆浓度控制		pulp-AIR LL	AIR-SET P, AIR-TROL PI, AIRE C-3	气动执行器，PISTOR A150，蝶阀，4-205型 NS50
TRC-8-2	纸浆流量控制	1700L/min	电磁流量计变送器，10D 1416A，NS80 信号转换器，50ED1211B	AIR-SET P, AIR-TROL PI,	PISTOR A150，球阀 4-pv100型，NS100
HI-8-3	白水池液位控制		发泡管2.5m，气动压力变送器 PRESS-AIR I型0～2mH_2O		PISTOR A150，蝶阀4-210型 NS100
GR-8-4	氯气流量测量	0～6000L/h水≙0-70 M^3/hcl_2	气远传转子流量计 LZQ	一针记录仪QXJ-100	
	碱液流量测量	0～20000L/h	流量变送器 RN NS25	QXJ-100	
	型液流量测量	0～5m^3/h	流量变送器 RS NS50	QXJ-100	
TIC 8-5	高液混合机温度控制		温包保护套，3/4R162 气动温度变送器 TEMP-AIR I型	AIR-SETP, AIR-TROL PI	Fischer 867/30，NS25 单座

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
HR-8-6	碱化塔液位测量	0～12m	器压元件：LJ DIN2635 NS80，气动压力变送器 PRESS-AIR 2型	AIR-POINT I型，长图记录仪：AIR E C144型	
HI-8-7	立式浆池浆位测量	0～14m	单法兰差压变送器	气动条形指示仪	
TR-8-8	碱化塔温度测量		WZG-210型，分度号：G	长图式电子自动平衡电桥，EXQ_1-067，0～100℃	
	漂白塔温度测量		同上	阀上	
	热水桶热水温度测量		同上	同上	
R-8-13	2号低位洗浆机前浆量及漂白塔稀释水量远距离控制			气动负荷指示仪 AIR-TEL L型	PISTOR A150，膜阀4-212型，NS125
R-8-17	氯化塔，碱化塔稀释水远距离控制			同上	气动继动器 REL-AIR 控制阀

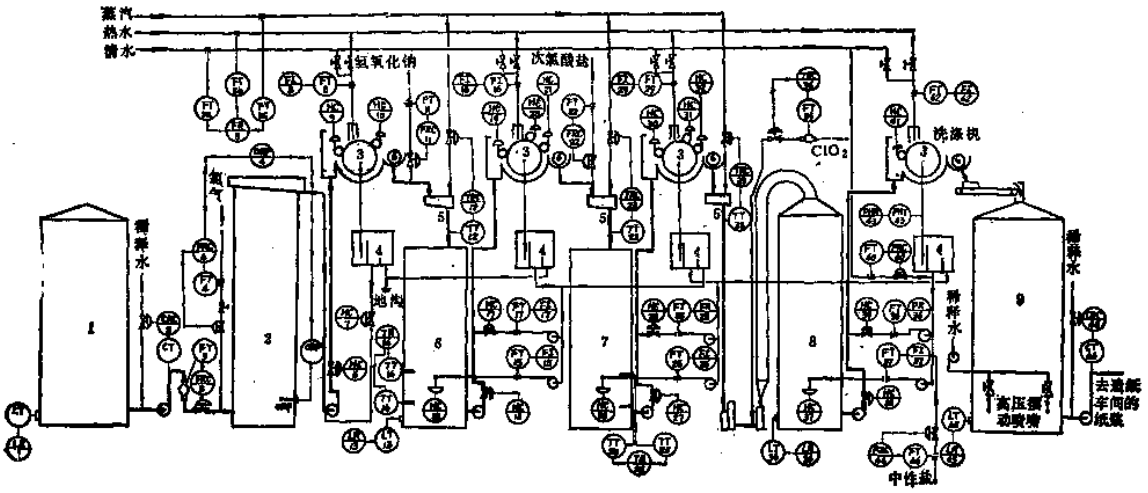


图 15-127　国外漂白工段（四段漂）自控仪表配置图

1—洗后浆料贮浆池　2—一段漂低浓氧化塔　3—1号洗浆机　4—水封槽　5—混合器　6—二段漂碱处理塔　7—三段漂次氯酸盐塔　8—四段漂二氧化氯塔　9—高浓已漂浆池

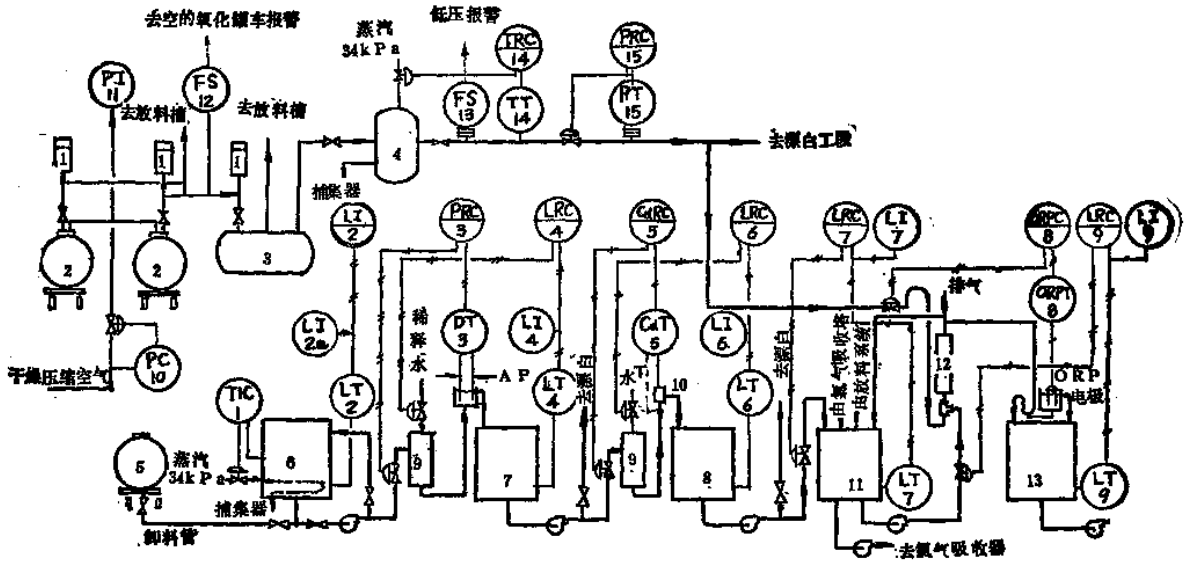


图 15-128　国外次氯酸钠漂液制备工段自控仪表配置图

1—扩容器　2—氯气罐车　3—缓冲槽　4—氯气汽化塔　5—50%碱液罐车　6—50%碱液贮槽　7—25%碱液贮槽　8—5%碱液贮槽
9—管道混合器　10—导电平电极　11—放料槽　12—反应器　13—次氯酸钠贮槽

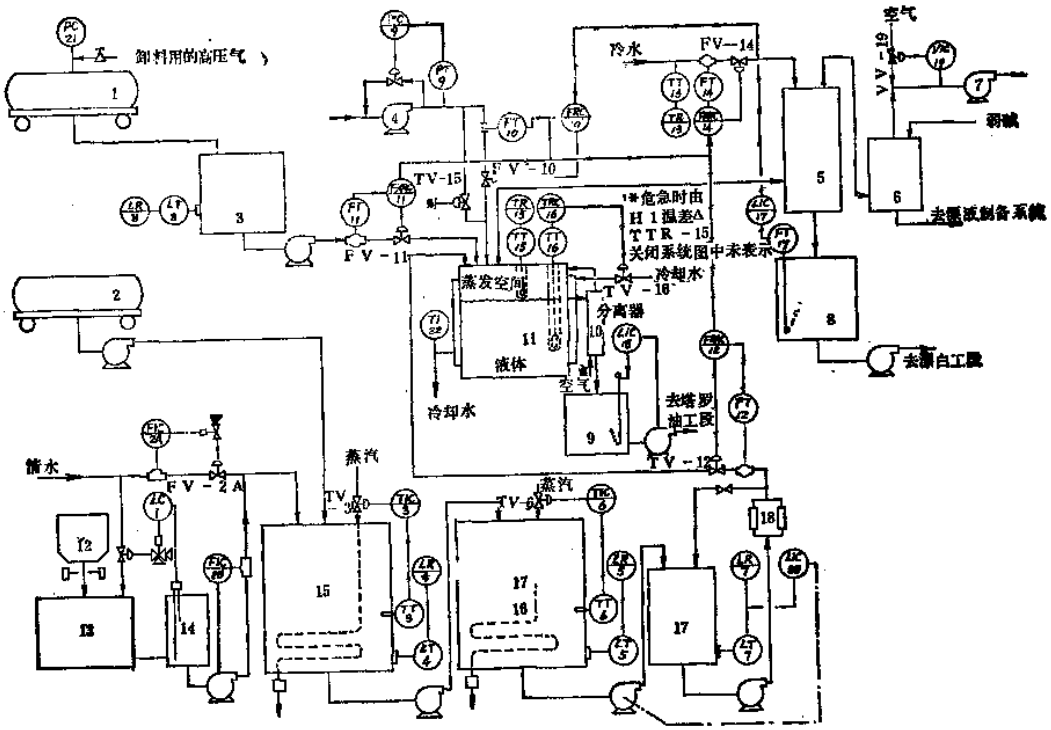


图 15-129　国外二氧化氯源液制备自控仪表配置图

1—硫酸罐车　2—氯酸钠罐车　3—硫酸贮槽　4—鼓风机　5—二氧化氯吸收塔　6—氯气吸收塔　7—轴风机　8—二氧化氯溶液贮槽　9—弱酸槽　10—分离器　11—二氧化氯发生器　12—食盐车　13—溶化槽　14—盐水井　15—盐水和氯酸盐混合　16—加热器　17—氯化钠／氯酸盐溶液贮槽　18—过滤器

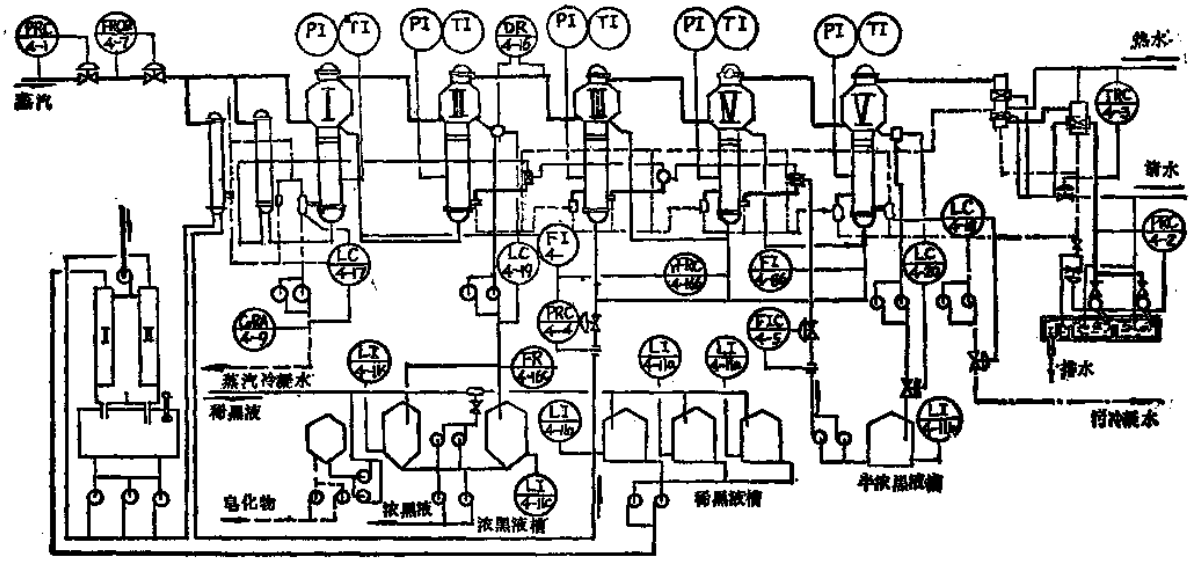


图 15-130　黑液蒸发系统自控仪表配置图

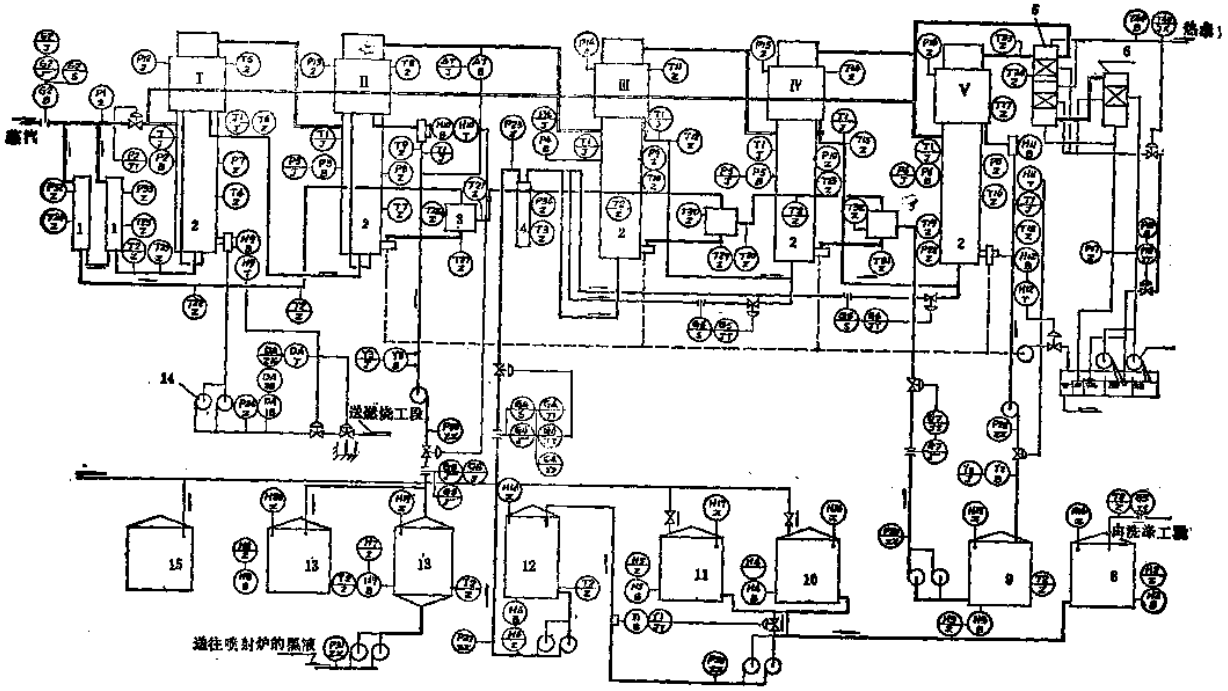


图 15-131　国内某厂扩建的蒸发工段自控仪表配置图

1—1 号、2 号浓黑液预热器　2—蒸发器　3—螺旋热交器　4—稀黑液预热器　5—双层螺旋冷凝器　6—单层螺旋冷凝器　7—真空泵　8—稀黑液槽　9—半浓黑液槽　10—1 号高温半浓槽　11—2 号高温半浓槽　12—供料槽　13—浓黑液槽　14—冷凝水泵　15—低温半浓槽

（二）国外漂白工段（四段漂）自控仪表配置

如图15-127所示

（三）国外次氯酸钠漂液制备自控仪表配置图

如图15-128所示

（四）国外二氧化氯漂液制备自控仪表配置图

如图15-129所示

七、蒸发工段

（一）国内某厂化学浆车间蒸发工段仪表配置图

国内某厂化学车间蒸发工段为瑞典罗森贝兰特（Rosenblads）五效蒸发设备，设计生产能力为每小时处理浓度为16%的稀黑液72t，进效黑液浓度要求调节到22%，然后用泵送到Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ效，从Ⅰ效直接得到60%的浓黑液，其工艺流程为：

① 黑液流程：Ⅲ—Ⅳ—Ⅴ—Ⅰ—Ⅱ效→浓黑液槽

② 蒸汽流程：Ⅰ—Ⅱ—Ⅲ—Ⅳ—Ⅴ效

即混流式供液。黑液蒸发系统自控仪表配置见插页，如图15-130所示，其所用自控仪表如表15-54所示。

（二）国内某厂扩建的蒸发工段的自控仪表配置

配置图如图15-131所示。

其主要自控仪表如表15-55所示。

表 15-54

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
PRC-4-1	蒸汽压力控制	P=4kgf/cm² Q=20t/h	PRESS-AIR3, 0～5kgf/cm²	AIR-SETP（指示） AIREC（记录） AIR-TROL PI	执行机构 PISTOR A150，蝶阀NELES 4-325型，NS250
PRC-4-2	真空度控制	P=760mmHg，水流量 Q=7m³/h	DIFF-AIR M2, −760～0mmHg	AIR-SETP，AIREC， AIR-TROL PI	控制阀，HASONE-LLAN-20000系列
TRC-4-3	热水温度控制	T=100℃，Q=600 m³/h	TEMP-AIR H 0～100℃	AIR-SETP，AIREC AIR-TROL PI	PISTOR A150 蝶阀 NELES T315 NS150
FRCQ-4-4	黑液流量控制	Q=100t/h，r=1.09 kg/dm³，C=2.2% V=0.85 T=85℃	孔板31618型，D=150 mm，d_{20}=83mm， DIFF-AIR M1 0～3000mmH_2O	AIR-SETP AIR-EC-1 AIR-TROL PI	PISTOR A150 蝶阀NELES-310 NS100
FIC-4-5	半浓黑液流量控制	Q=60t/h r=1.19kg/ dm³，C=35% T=60℃	孔板31618型，D=150 mm，d_{20}=81.02mm， DIFF-AIR M1 0～1500mmH_2O	同上	PISTOR A150 NELES4-308 NS80
DRC-4-6	给液浓度控制	给液：r=1.11kg/dm³， C=25%，黑液：Q= 15t/h，C=60%， T=100℃	DENS-IAR， 可调1.06～1.11kg/dm³ 带温度补偿75～95℃	AIR-SETP，AIREC AIR-TROL PI	控制阀 MASONEILAN-20000 系列

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示，记录，调节器	自动调节阀
FRCQ-4-7	蒸汽流量控制	Q=20t/h，P=2.5kgf/cm²，T=150℃	孔板31618型，D=300mm，d_{20}=183mm，DIFF-AIR 可调 0～3000mmH_2O	AIR-SETP，AIREC-I(记录带累计) AIR-TROL PI	蝶阀
FI-4-8	黑液流量指示		孔板31618型，D=100，d_{20}=61.4mm，DIFF-AIR M_1，0～1500mmH_2O	AIR-SETP	
CoRA-4-9	蒸汽冷凝水电导率	电导率Co=60μs 冷凝水Q=20m³/h	电板50021型，流水罐01750型，ELECTRO-FACT61300型，3500型，1-100μs，输出0-20mA	ELGCTAOFACT ma记录器，31030型 0～20mA	MASONELLAN三通阀80000 报警开关32820型，ASCO三通电磁阀
LI-11a	稀黑液槽液位	L=10m，r=1.08kg/dm³	PRESS-AIR L变送器 M/66 L80型，可调 0～10.9mH_2O	AIR-POINT1指示器	
LI-11b	半浓黑液槽液位		同上	同上	
LI-11c	浓黑液槽液位		同上	同上	

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
DR-4-16a	浓黑液浓度	C=65%， ΔT=12℃	TEMPEX电阻体 S450型，L=160mm，测量电桥：ΔT=0～12℃ EL-AIR电气转换器	AIREC记录器	
rFRC-4-16b	到四效蒸发器的给液流量	Q=40t/h， r=1.09kg/dm³	孔板31618型，D=150，d_{20}=63.58mm， DIFF-AIR M1型， 0～1500mmH_2O	AIR-SETP AIREC， AIR-TROL PI REL-AIR S比值器	PISTOR A150 NELES 4-308 NS80
FR-4-16c	浓黑液流量	Q=30t/h c=55% r=1.3kg/dm³ T=90℃	FP电磁流量计， 10D1420A型，内衬Teflon，FP电磁流量计信号变送器，50ED1211B	AIREC 变压器220/120V（交流）	
LC-4-17	液位控制			FLOATROL CH/250型	MASONELLAN 控制同20000系列
LC-18	液位控制			同上	PISTOR A150， NELES 4-308

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
LC-19	液位控制		POS-AIR B		PISTOR A150, NELES. NS50
LC-20	液位控制		POS-AIR B		POSTOR A150, NELES, 4-308, NS80
PI	压力测量		液压计膜头，K型	MANOX 101-1 0～5kgf/cm²	
TI	温度测量		保护套NO4148 L=98mm	TERMETOX 0～200℃ L=120mm	

注，1kgf/cm² = 9.80665 × 10⁴Pa

1mmH₂O = 9.80665Pa

1mmHg = 133.322Pa

表 15-55

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
P1-Z	蒸汽总管压力	P=4kgf/cm²		Y-150型 0～6kgf/cm²	
P2-B P2-JT	Ⅰ效蒸发器压力控制	P=2kgf/cm²	QBY-21 0～4kgf/cm²	QXJ-312型	ZMAN-16 Dg200气开式
P3-B P3-J	Ⅰ效蒸发器压力记录	P=0.8～1.3kgf/cm²	QBY-21 0～2.5kgf/cm²	QXJ-110型	
P4-B P4-J	Ⅱ效蒸发器压力记录	P=−0.5～0.5 kgf/cm²	QBY-21 0～1.6kgf/cm²	QXJ-110型	
P5-B P5-J	Ⅳ效蒸发器真空记录	P=−0.6kgf/cm²	QBC-42 0～10000mmH_2O	QXJ-110型	
P6-B P6-J	Ⅴ效蒸发器真空记录	P=−0.7kgf/cm²	QBC-42 0～10000mmH_2O	QXJ-110型	
P7-Z	Ⅰ效蒸发器压力指示	P=1.5～2kgf/cm²		膜片压力表 YP-150F 0～4kgf/cm²	
P8-Z	Ⅱ效蒸发器压力指示	P=0.8～1.3kgf/cm²		YP-150F 0～2.5kgf/cm²	
P9-Z	Ⅱ效蒸发器真空指示	P=−0.5～0.5 kgf/cm²		YP-150F −760mmHg～ 0～1.6kgf/cm²	

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
P10-Z	Ⅳ效蒸发器真空指示	P=−0.6kgf/cm²		YP-150F −760mmHg～0～1.6kgf/cm²	
P11-Z	Ⅴ效蒸发器真空指示	P=−0.7kgf/cm²		YP-150F −760mmHg～0～1.6kgf/cm²	
P12-Z	Ⅰ效分离器负压指示	0.8～1.3kgf/cm²		YP-150F 0～2.5kgf/cm²	
P13-Z～P16-Z	Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ、Ⅴ效分离器负压指示	−0.5～0.5kgf/cm²		YP-150F −760mmHg～0～1.6kgf/cm²	
P17-Z	真空泵吸口负压指示	−760mmHg		Z-150型 −760mmHg～0	
P18-JT	真空泵吸口负压记录调节	−760mmHg	QBC-42型 0～10000mmH_2O	QXJ-312型	
P22-Z	进一号螺旋热交换器黑液压力指示	5.2kgf/cm²		YP-150F 0～6kgf/cm²	
P27-ZX～P31-ZX	供料泵出口Ⅰ、Ⅴ效黑液泵出口、半浓黑液泵出口压力指示	2.5～5.2kgf/cm²		电接点膜片压力表 YPX-150F 0～6kgf/cm²	
P32-ZX～P34-ZX	1、2号半浓黑液稀黑液预热器的汽室压力指示	2kgf/cm²		Y-150型 0～4kgf/cm²	

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示，记录，调节器	自动调节阀
H2-Z	稀黑液槽液位指示	8m	气动差压变送器 QBF-32型 0～10000mmH_2O	气动色带指示仪 QXD-100型 0.2～1kgf/cm²红色	
H3-Z	半浓黑液槽液位指示	10m	QBF-32型 0～10000mm$_2$HO	QXD-100型，绿色	
H4-Z H5-Z	#1、#2高温半浓槽液位指示	6.5m	QBF-32型 0～10000mmH_2O	QXD-100型.红色	
H6-Z	供料槽液位指示	10m	同上	QXD-100型，兰色，	
H7-Z, H8-Z	浓黑液槽液位指示	6.5m，8m	同上	QXD-100型，红色	
H9-T	Ⅰ效冷凝水分离器水位控制		QBE-32 0～600mmH_2O	调节器QLT-400	ZMAN-16 Dg65 气开式
H10-T	Ⅰ效黑液分离器液位控制		QBF-32 0～600mmH_2O	QTL-400	气动隔膜调节阀， ZMBT-60 Dg40 气开式
H11-T	Ⅴ效黑液分离器液位控制		QBF-32 0～600mmH_2O	同上	气动隔膜调节阀 ZSCT-6 Dg80 气开式

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
H12-T	Ⅴ效污冷凝水水分分离器水位控制		QBF_1-32 0～600mmH_2O	QTL-400	ZMAN-16Dg65，气开式
H14、H16～H20-X	槽内液位超位信号		电极液面传送器，UJ-2型 L=1000mm		
H15-X	半浓黑液槽超位信号		浮筒液面信号器 L1000mm（自制）		
G2-JS	蒸汽总管流量记录	Q=17t/h，P=4kgf/cm²，T=142.9℃，D=309mm	节流装置，双波纹管差压计CWD-274型，0～20T/H，ΔP=1600mmH_2O	QXJ-110 QXS-110 R=2000 QJC-300	
G3-JS	洗涤来的稀黑液流量记录	50m³/h，80℃ 2.5 kgf/cm² 0.85×10^{-4} Pa·S，γ=1.06	气动靶式流量变送器，QBL-450M，Dg100	双波纹管差压计 CWC-612型 0～63t/h ΔP=1kgf/cm²	
G4-JT	进Ⅳ-Ⅴ效黑液总管流量记录	58m³/h，85℃ 2.5 kgf/cm²，8.5×10^{-4} Pa·S，γ=1.09	QBL-45M Dg100	QXJ-312 QXS-100 QJC-300	

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
G5-JT	进Ⅳ效黑液流量记录	18m³/h,85℃ 2.5kgf/cm²,8.5×10⁻⁴Pa·S γ=1.09	QBL-440M Dg80	QXJ-312, QJC-300	
G6-JT	Ⅴ效黑液流量记录	6m³/h,85℃ 2.5kgf/cm²,8.5×10⁻⁴Pa·S,γ=1.09	QBL-430M Dg50	QXJ-312, QJC-300	气动隔膜调节阀, ZMAT-6,Dg25, 气关式
G7-JT	进Ⅰ效黑液流量记录调节	38m³/h,85℃ 5.2kgf/cm²,5×10⁻³ Pa·S,γ=1.20	QBL-, Dg100	QXJ-312 QJC-300	ZSCT-6, Dg80, 气关式
G8-J	出Ⅰ效黑液流量记录	21m³/h,2.5kgf/cm² 4×10⁻³Pa·S,107℃, γ=1.30	QBL-03, Dg80	QXJ-110 QXS-100 QJC-300	
T1-J	Ⅰ～Ⅴ效蒸发器温度记录，Ⅰ～Ⅴ效蒸发器汽室及黑液出口温度记录	25～136℃	WZB-210,BA₁10支 WZB₂-210,BA₁1支	长图自动平衡电桥 XQC-300,BA₁ 0～150℃ 12点记录	
T2-Z	黑液流程温度指示	64～127℃	WZB-210, BA₁, 10支	动圈式温度指示仪, XCZ-102,BA₁ 0～150℃ 多点切换开关,WKZ-122	

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变 送 器	指示，记录，调节器	自动调节阀
T3-Z	稀黑液预热器汽室温度	135℃		螺旋形双金属温度计，WTL-100，0～200℃	
T4～T39-Z	各参数温度指示	25～135℃		WTL-100，0～200℃之间，共37支	
T40-JT	表面冷凝器热水总管温度控制	45℃	QBW-21型，G.0～50℃，WZG-210，G.	QXJ-312型	ZMAN-16，Dg200，气开式
ΔT-J	Ⅰ效分离器汽液相温差记录	8℃（107～99℃）	QBW-43，BA_1 0～25℃，WZB-210 BA_1一支，WZB_2-210 BA_1一支		
r_1-JT	混合黑液浓度记录控制	12.8°Be	QBC-21A，ΔP=100 mmH_2O，薄膜隔离器（自制）	QXJ-312	ZMBT-6，Dg50，气开式
r_2-J	出Ⅴ效黑液浓度记录	23.3°Be	同上	QXJ-110，21～26°Be	
r_3-J	出Ⅰ效黑液浓度记录	36.7°Be	同上	QXJ-110，35～39°Be	

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变 送 器	指示，记录、调节器	自动调节阀
DA-ZT	Ⅰ效冷凝水碱度指示控制		工业电导仪，DDD-32A；工业电导变送器，DDDF-22A	动圈指示调节仪 XCT-101，0～10mv	三通电磁阀 ZCPE-6，ϕ6，三通气动薄膜调节阀ZMX-16，Dg65分流式
	各种工艺信号			闪光信号报警器，JBJ-Ⅱ 4台	

注，1kgf/cm²=9.80665×10⁴Pa

1mmH₂O=9.80665Pa

mmHg=133.322Pa

（三）国外黑液蒸发工段自控仪表的配置

如图15-132所示。

八、燃烧工段

（一）国内某厂化学浆车间碱回收工段仪表配置

国内某厂化学车间的碱回收炉是1970年自芬兰引进的一套设备，炉后设有电除尘器以回收烟气中的飞灰，1971年9月投产。

炉子基本数据：

① 设计黑液处理量：170t松木浆/d（目前到达180t/d左右）

② 总碱产量：60～65tNa_2O/d

③ 锅炉蒸汽参数：温度450℃，压力3626～3920kPa（37～40kgf/cm²），产汽量340t/h。

其工艺过程为：由蒸发工段把固形物含量为50%～55%的黑液先送到碱灰混合槽，把由电除尘器回收下来的碱灰在此与之混合，然后用泵送到圆盘蒸发器，利用烟气的热量直接蒸发黑液中的水分。黑液自流到芒硝混合器，在此加入补充的芒硝和上下汽包灰斗所回收下来的碱灰。黑液中固形物含量提高到60～65%。再用带有液体调速的黑液泵，使黑液通过黑液加热器加热到105～110℃，并通过电磁流量计、黑液固形物指示器等仪表送入炉内燃烧，余量回流到芒硝混合器。熔融物用苛化送来的稀白液溶解成浓度为105～120g/l的绿液，并用绿液泵送回苛化。绿液浓度用相对密度测定计并自动控制稀白液量。溶解槽的液位，经自动控制绿液送出量，从而达到绿液连续送向苛化。

设一、二、三次风向炉内提供燃烧用的空气，空气要求加热到150℃。一、二、三次风各有流量控制，并有一台比例计和黑液量联系，以实现燃料和燃烧用的空气之间按比例自控。锅炉设有二条给水管路。饱和汽由上汽包经一级过热器，再经减温器到二级过热器成为450℃的过热蒸汽送动力车间

上汽包水位用三冲量进行水位自控，并有反射镜和工业电视对水位进行直接监视。减温管线设有过热蒸汽温度自动控制，以符合严格的蒸汽温度要求。

辅助燃料系统目前使用20号～200号重油，系统上设有压力、流量指示仪表并有加热温度自控装置。

排烟机也用液体调速装置，并可自控炉膛负压。

图15-133为国内某厂化学车间燃烧工段主要自控仪表配置图。其所用自控仪表如表15-56所示。

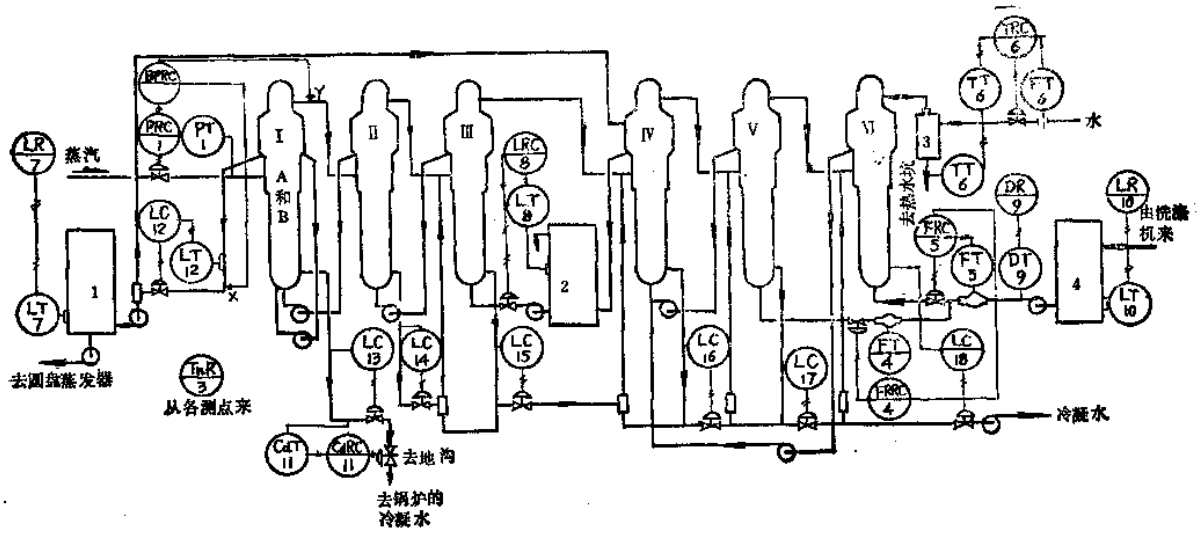


图 15-132　国外黑液蒸发工段自控仪表配置图

1—浓黑液槽　2—皂化物分离槽　3—冷凝器　4—稀黑液槽

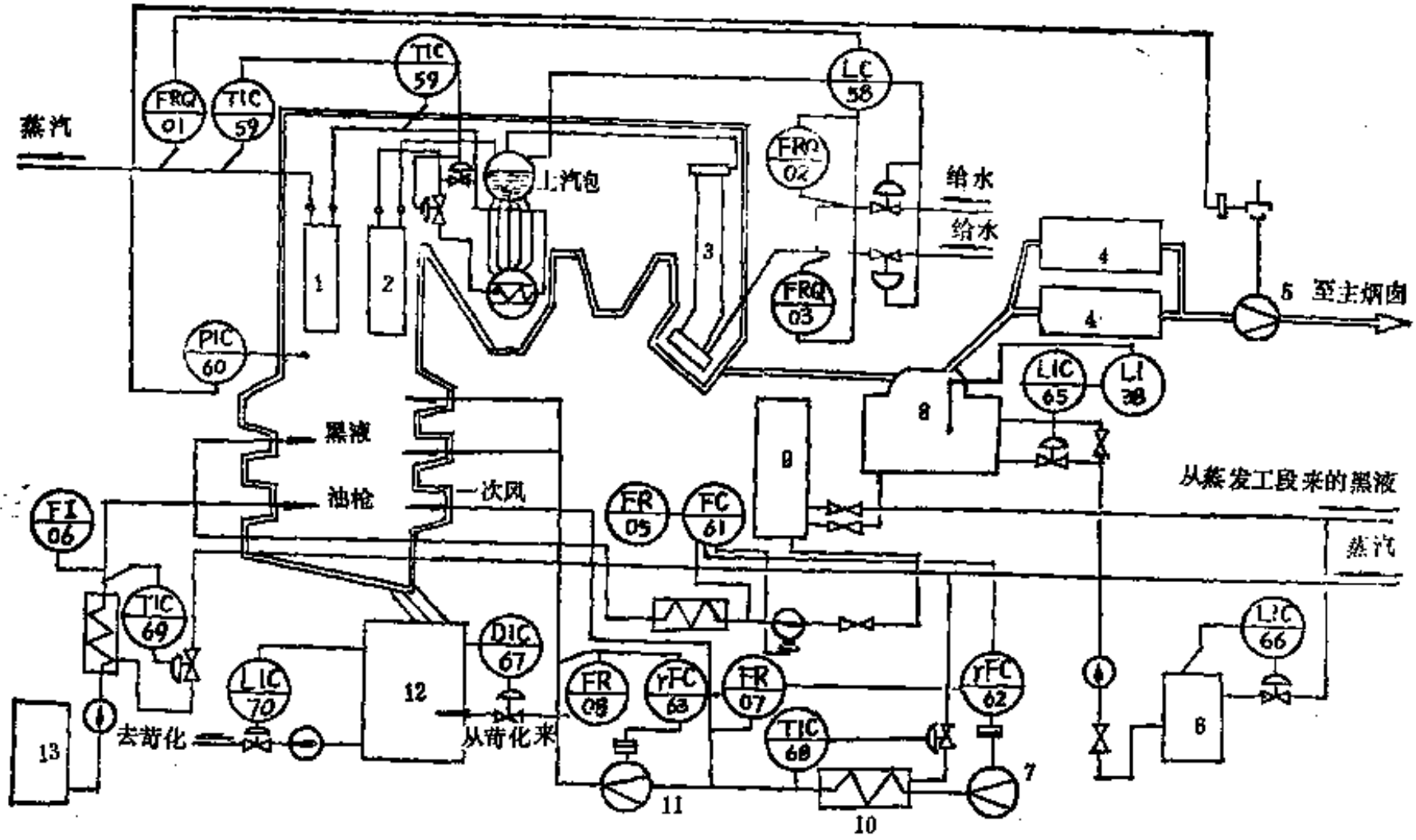


图 15-133 燃烧工段自控仪表配置图

1—2号过热器 2—1号过热器 3—省煤器 4—电气除尘器 5—引风机 6—混合槽 7—一次风机 8—圆盘蒸发器 9—混合器 10—空气予热器 11—二次风机 12—溶解槽 13—油槽

表 15-56

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
FRQ-01	主蒸汽流量	40.5t/h,41kgf/cm² 450℃	标准孔板，PD变送器 551-GU型，0～12mmH_2O	M2R2 550型记录器，0～65t/h,积算器 0～100单位/时，平方器AEI765	
FRQ-02、03	给水流量	40.5t/h,70kgf/cm² 130℃	标准孔板，PD变送器 551-GU型 0～3mmH_2O	积算器0～100单位/时 平方器765型	
LRA-34	汽包液位	44.5kgf/cm² 256℃	变送器551-GU型，0～500mmH_2O	压力开关 DZTH18型	
LC-58	三冲量给水调节	51.5t/h，70kgf/cm² 130℃	继动器68型，计算单元 B-AD/503450	MZXCH1023型调节器	857/40型薄膜调节阀，双座V型
TIC-59	过热蒸汽温度控制	40.5t/h,44.5kgf/cm²380℃	100～500℃，线性指示	1. MZXCH1023型调节器 2. MZXCP1021型调节器 （串级调节）	856/40型薄膜调节阀（二个）7613/2型蝶阀（二个）

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
FR-06	黑液流量	18m³/h, 4.5kgf/cm² 80℃ γ=1.35	电磁流量计变换器 TN30/VFS, 电气转换器546G	MZR2550型记录器	
FT-06	点火用的燃油	2.4t/h, 6kgf/cm² 140℃, 3°E	PL圆缺孔板, PD变送器551-GU型	1851型指示器, 0～3t/h 均方刻度	
FR-07	一次风流量	16000标准m³/h 100mmH_2O, 150℃	文丘里管, 输出0～25 mmH_2O KHSN型变送器, 输入0～25mmH_2O	MZR2550型记录器, 0～16×10³标准m³, 线性	
FR-08	二次风流量		文丘里管, 输出: 0～50mmH_2O KHSN型变送器 输入: 0～50mmH_2O	MZR2550型记录器, 0～40×10³标准m³/h, 线性(与FR-07合用)	
FC-61	黑液流量控制	18标准m³/h 4.5kgf/cm² 100℃	由FR-05来	MZXCH1023型调节器	动力气缸 MARK
γFC-62	一次风量比例控制	15000标准m³/h 100mmH_2O 150℃	由FR-07来	MZXCP1023型调节器 比值器B-AV/121150	动力气缸MARK
γFC-63	二次风量比例控制	35000标准m³/h, 350mmH_2O, 150℃	由FR-07, FR-08来	MZXCP1023型调节器 比值器, B-AV/121150	同上

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示，记录，调节器	自动调节阀
TIC-64	黑液温度控制	蒸汽流量：0.65t/h，187℃；黑液温度110℃	变送器TP/3型	MZXCH1023型调节器，（指示器刻度20～180℃）	Fisher 657/40型执行机构，657/AR型单座阀，V型
LI-38	圆盘蒸发器液位指示	0.45kgf/cm²，100℃	551-FM型，0～3.5MH_2O	1851型指示器	Fischer480-UV型球阀
LIC-65	圆盘蒸发器液位控制	21标准m³/h，2.5kgf/cm²，80℃	由LI-38来	MZXCH1021型调节器	
DIC-67	绿液密度控制	100℃ Y=1.25，40标准m³/h，15kgf/cm²	双法兰差压变送器 QBF_2-34B型，加法器QJJ-100	MZXCH1026型调节器（指示值0.95～1.25 g/cm³	Fischer 656/30型，蝶阀
TIC-68	燃烧空气温度控制	150℃	TP/3型	MZXCH1023型（指示值20～220℃）	Fischer 657/45型，657-AR V型双座阀
TIC-69	油温控制	14℃	TP/3型	同上	667-A型执行机构，667-A型单座阀
LIC-70	溶解槽液位控制	绿液36标准m³/h，4kgf/cm²，80℃	551-GU型 输入0～3.5mH_2O	1851型指示器，MZXCH1021型调节器	656/30型执行机构，7610型蝶阀

续表

位号	被控参数名称	被控参数值	变送器	指示、记录、调节器	自动调节阀
LIC-36	混合槽液位指示和控制	21标准m^3/h，1.5kgf/cm^2，100℃	551-FM型 0～2mH_2O	1851型指示器，MZXCH1021型调节器	480/30型执行机构，480-UV型球阀
PIC-30	炉膛负压控	−4mmH_2O 70000标准m^3/h 14℃	KHSN型 −12～+12mmH_2O	1850型指示器 MZXCH1023型调节器	MARK 5.3×6″执行器

注：1kgf/cm^2=9.80665×10^4Pa

1mmH_2O=9.80665Pa

（二）国内某厂燃烧工段主要仪表配置

国内某厂燃烧工段的主体设备为WQZ-12/13-2型喷射炉。设计标准为：黑液耗量75t/d（相当于生产50t/d绝干浆料所产生的黑液固形物），蒸汽产量12t/h，压力1274kpa（13kgf/$cm_{表}^2$）温度194℃。目前，苦硝尚未投入。

图15-134为该厂燃烧工段主要的自控仪表配置图。表15-57为其所用的自控仪表。

（三）国外燃烧工段的自控仪表配置

如图15-135所示。

九、苛化工段

（一）国内某厂苛化工段的仪表配置

国内某厂苛化工段的生产过程自控仪表配置图（如图15-136所示）。该工段是将喷射炉送来的绿液（主要成份为$Na_2CO_3+Na_2S$）经过贮存澄清后，送入消化提渣机与同时加入的石灰消化，然后经三台连续苛化器，使绿液中的主要成份Na_2CO_3苛化成NaOH，乳液经过澄清分离，清液即成为成品（白液），其主要成份为$NaOH+Na_2S$，沉渣称为白泥，经洗涤、澄清、真空脱水，然后送入回转窑重新煅烧成石灰回用。

苛化连续生产过程主要被控参数有：温度、压力、流量、液位、浓度等；其自控仪表有就地安装和盘上安装两种，还有温度、液位的自控系统以及阀门遥控机构等。

温度测量采用WZB型热电阻，表盘上选用XDD$_1$-302型多

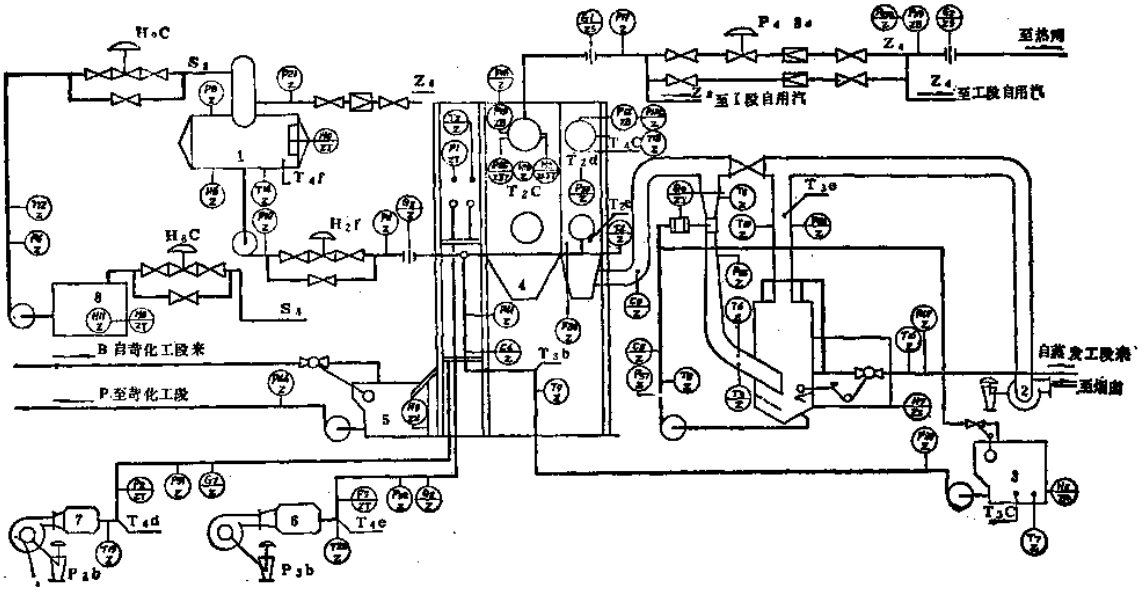


图 15-134　碱回收车间燃烧工段自控仪表配置图

1—除氧水箱　2—引风机　3—芒硝黑液混合器　4—喷射炉　5—溶解槽　6—二次风机　7—一次风机　8—软化水箱

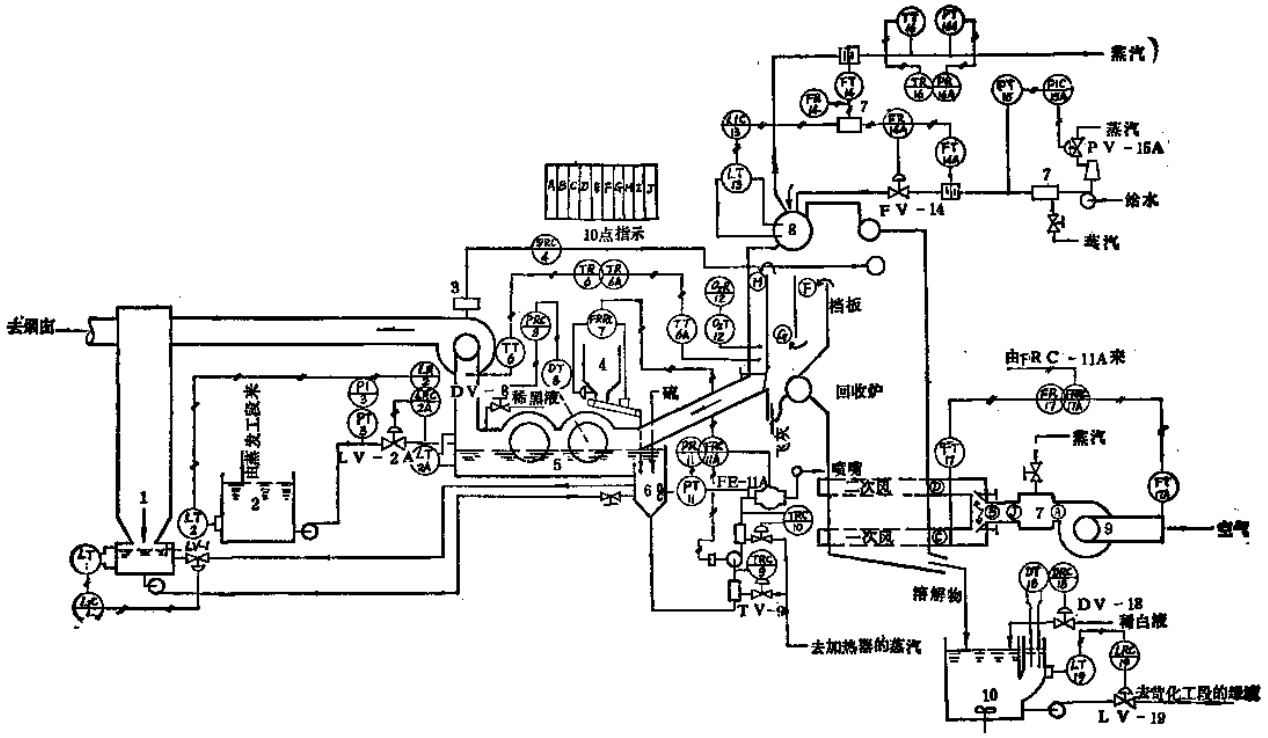


图 15-135　国外燃烧工段自控仪表配置图

1—沉尘室　2—被蒸液槽　3—变速器　4—芒硝仓　5—圆盘蒸发器　6—芒硝混合器　7—加热器　8—汽包　9—鼓风机　10—溶解槽

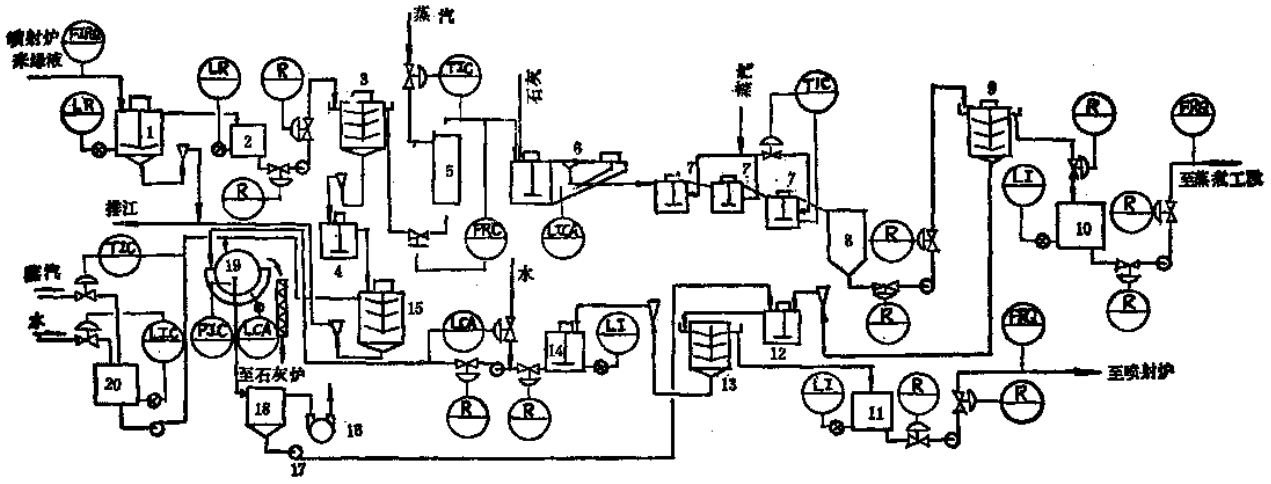


图 15-136　苛化工段生产流程自控仪表配置图

1—绿液贮存箱　2—真空过滤机　3—绿液澄清器　4—打散器　5—加热器　6—消化提渣机　7—苛化器　8—缓冲器　9—白液澄清槽　10—白液槽　11—稀白液槽　12—辅助苛化器　12—白泥洗涤澄清器　14—白泥槽　15—绿泥洗涤器　16—真空泵　17-输液泵　1—分离器　19—真空过滤机　20　—热水槽

表 15-57

位　号	被控参数名称	仪　表　名　称	仪表型号规格	备　注
L2	汽包水位	气动差压变送器	QBY-21	
L3	溶烟槽液位	气动带法兰差压变送器	QBF_3-32	
L5	芒硝黑液混合器液位	同上	QBF_3-32	
L7	旋液分离器液位	同上	QBF_1-34	
L8	软化水箱水位	同上	QBF_1-34	
L9	除氧水箱水位	气动差压变送器	QBY-301	
P1	炉膛压力	微压计	MWY-Ⅱ	
P2	一次风压	同上	MWY-Ⅰ	
P3	二次风压	同上	MWY-Ⅰ	
P12	省煤器出口水压	远程发送压力表	211.73	
P13a	汽包压力	同上	211.73	
P23	热网汽压	远程发送压力表	211.73	
P33	省器前烟气压力	微压计	MWX-Ⅱ	
P34	省煤器后烟气压力	同上	MWX-Ⅰ	
P35	旋风分离器入口烟气压力	膜盒压力表	228.13	
P36	旋风分离器出口烟气压力	微压计	MWX-Ⅰ	
P48	汽包压力	压力变送器	QBY-100	
T2b	水冷屏温度	热电偶	WREU-111	
T2c	凝渣管温度	同上	WREU-111	
T2d	省煤器前温度	同上	WREU-111	

续表

位　号	被控参数名称	仪　表　名　称	仪表型号规格	备　注
T2e	省煤器后温度	热电偶	WREU-111	
T3b	旋液分离器入口烟气温度	铂热电阻	WZB-210	
T3c	芒硝溶液混合器黑液温度	同上	WZB-210	
T3d	进炉黑液温度	同上	WZB-210	
T3e	旋风分离器入口烟气温度	同上	WZB-210	
T4b	省煤器入口水温	同上	WZB-210	
T4c	省煤器出口水温	同上	WZB-210	
T4d	一次风温	同上	WZB-210	
T4e	二次风温	同上	WZB-210	
T4f	除氧器水温	同上	WZB-210	
F_1	总产汽量	气动差压变送器	QBC-301	
F_2	送热网汽量		QBC-301	
F_3	进省煤器水量	气动差压变送器	QBC-301	
F_7	一次风量	同上	QBC-11	
F_8	二次风量	同上	QBC-11	
F_9	进文丘里管黑液量	电磁流量计	变送器为FL2815	日本HOKUSHIN
C_3	省煤器后烟气CO_2百分含量	二氧化碳分析器	RD-002	
C_4	进炉黑液密度	密度计		试用
C_5	进文丘里管黑液密度	密度计		试用

点温度记录仪，温度控制选用XQD-500A小长图自动平衡电桥记录调节仪。

浓度测量采用QBC_s—551型双法兰差压变送器，QTL-400型比例积分调节器、QFD-M67型阀门定位器、QXJ-313型气动双针记录控制仪。

各种贮槽的液位测量指示均采用QBC-350型单平法兰差压变送器、QXZ-101气动单针指示仪。

阀门的遥控采用ZSTL-32，ZSTL-21型气动长行程执引机构和QFC-240型遥控板。

警报系统采用JBJ—Ⅱ型晶体管闪光报警器，整个工段共设26个警报点。

自控系统有：白泥过滤机浓度、液位、真空度自控；热水槽温度、液位自控；消化绿液加热器温度自控；苛化温度自控等。

（二）国外苛化工段的自控仪表配置图

如图15-137所示。

十、白泥回收工段

国外白泥回收生产过程和自控仪表配置情况，如图15-138所示）。

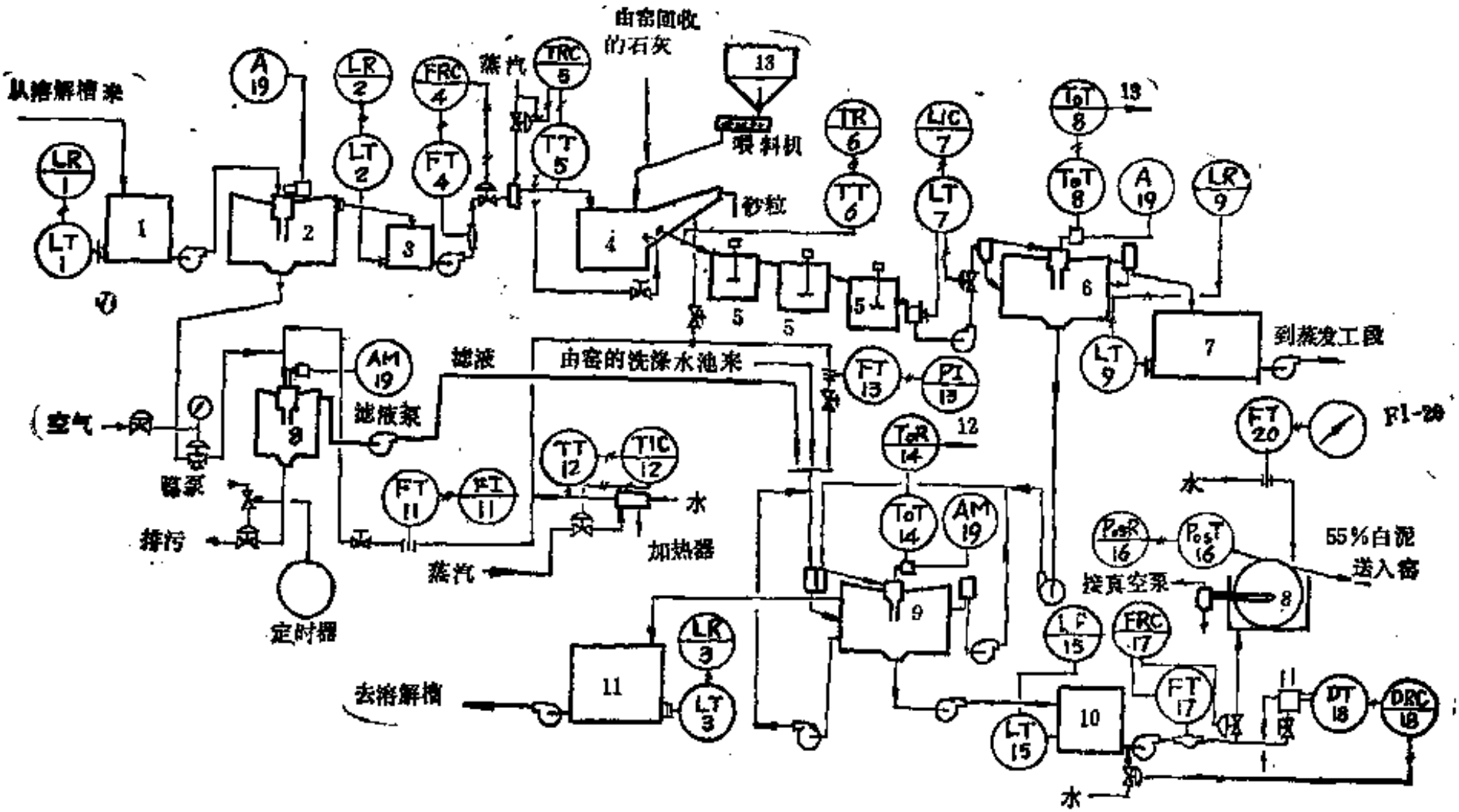


图 15-137　国外苛化工段自控仪表配置图

1—绿液贮存槽　2—绿液澄清器　3—已澄清的绿液　4—消化器　5—苛化器　6—白液澄清器　7—白液贮槽　8—白泥过滤机　9—白泥增浓器　10—白泥贮槽　11—稀白液槽　12—高扭矩报警　13—石灰仓

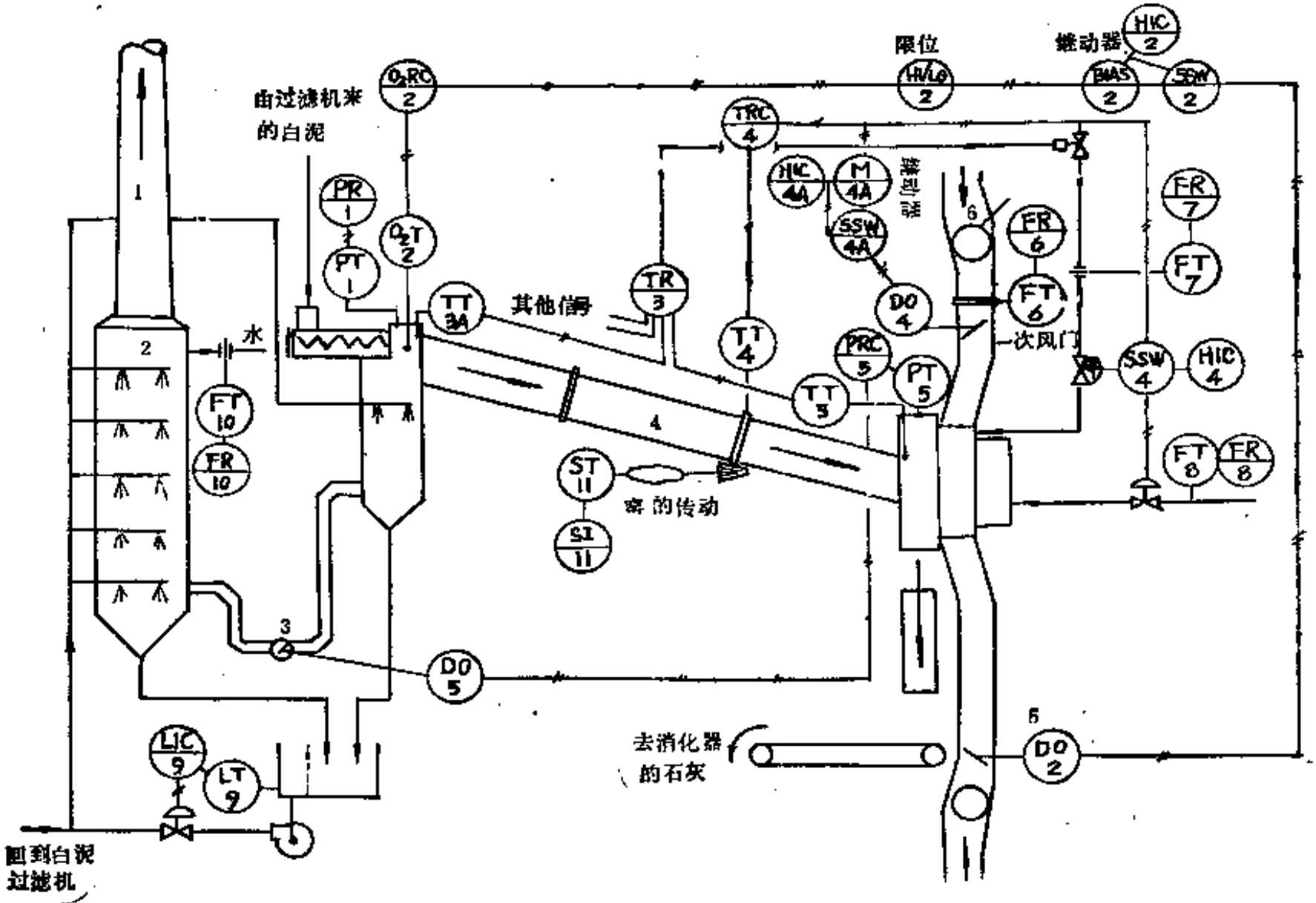


图 15-138　国外白泥回收生产过程和自控仪表配置图

1—烟囱　2—洗涤塔　3—风机　4—石灰窑　5—二次风机　6——次风机

十一、水处理工段

国外水处理工段自控仪表的配置如图15-139所示。

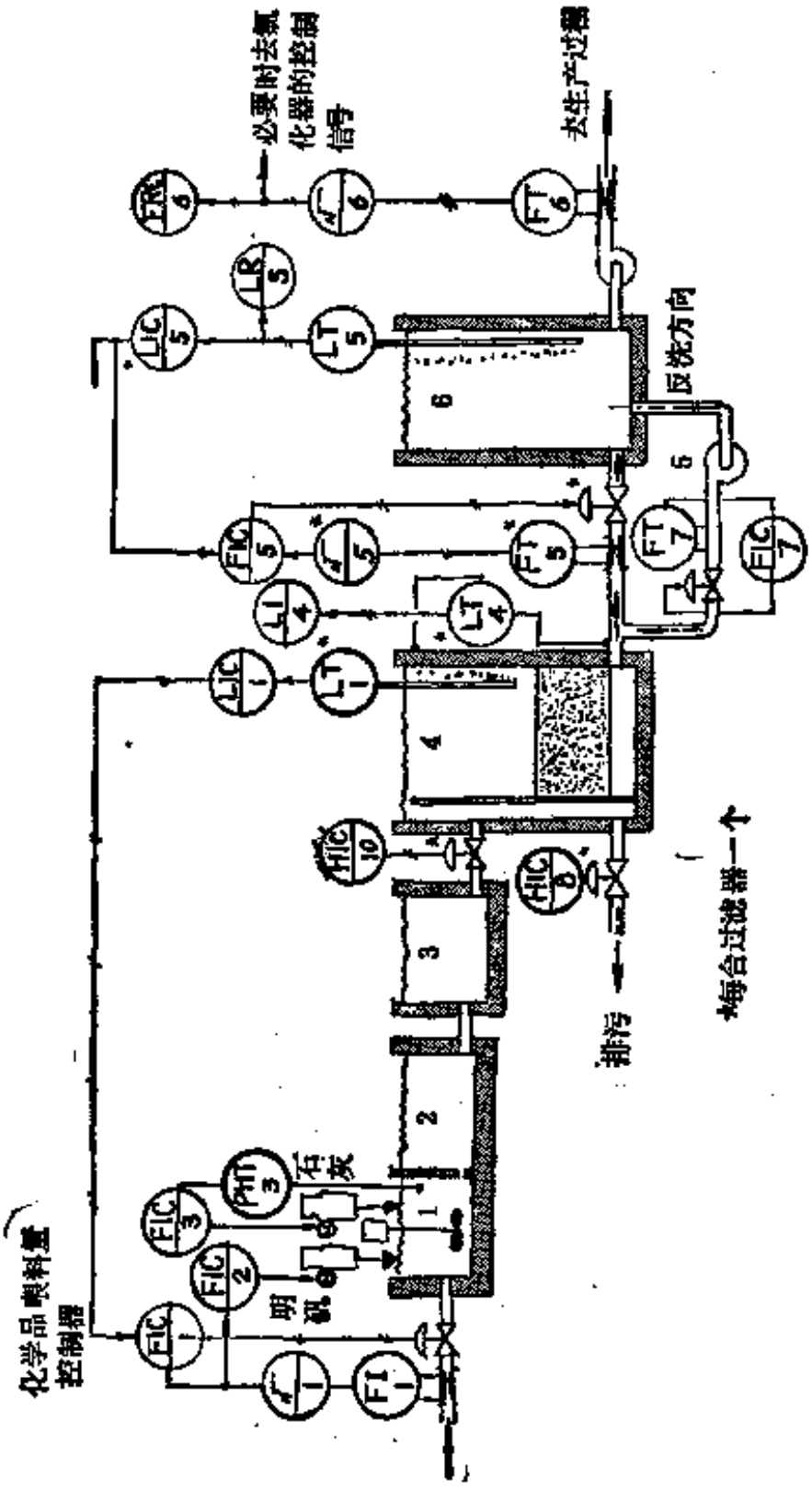


图 15-139 国外水处理工段自控仪表配置图

1—混合池 2—凝结池 3—澄清池 4—快滤池 5—反洗泵 6—清水井

十二、废水处理工段

国外废水处理工段自控仪表的配置如图15-140所示。

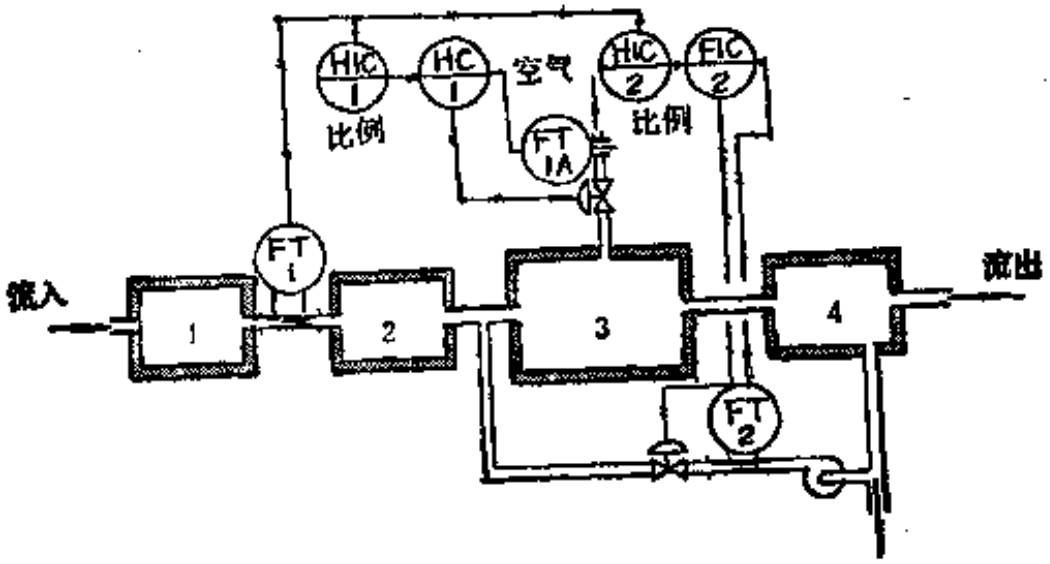


图 15-140　国外废水处理工段自控仪表配置图

1—格栅除砂　2—一次沉淀池　3—曝气池　4—二次沉淀池

十三、打浆工段(浆料制备)

(一) 国内某厂打浆工段仪表配置

国内某厂打浆工段生产过程及自控仪表的配置如图15-141所示。其所用自控仪表如表15-58所示。

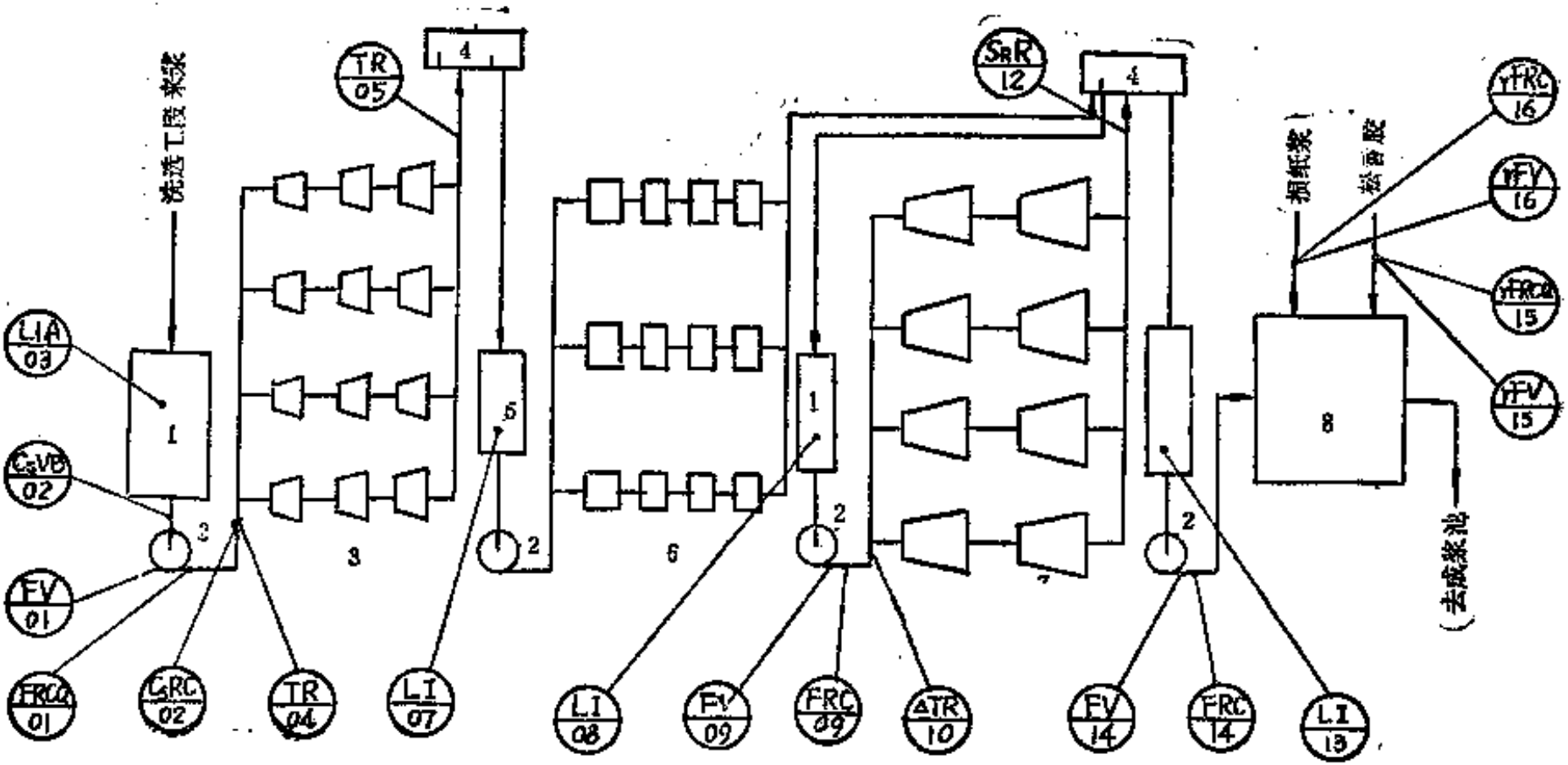


图 15-141 打浆工段生产流程自控仪表配置图

1—浆池 2—浆泵 3——段2台水化精浆机 4—调节箱 5—圆盘浆池 6—12台圆柱精浆机 7—2段8台精浆机 8—配浆箱

表 15-58

位号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格	备　注
FRCQ-01	一号段打浆流量记录控制累计			
FA-01		电磁流量计	LD-300	
FB-01		电磁流量计转换器	LDD-1Q_{max}=1000m³/h	
FR-01		晶体管小型电位差计	XWD-200 0～10mA	
FC-01		晶体管调节器	DTL-121	
FS-01		电动伺服放大器	DF-1	
FQ-01		比例积算器	DXS-102	
FV-01		电动阀门	Dg-300	
CsRC-02	一号段打浆浓度、记录、控制			
CsB-02		刀式浓度变送器	4～14N	自制
CsR-02		晶体管小型电位差计	XWP-200 0～10mA	兰针与FR-01合用
CsC-02		晶体管调节器	OTL-121	
CsVA1-02		伺服放大器	SF-40W	
CsVA2-02		电动执行器	SKZ-300 25mm	
CsVB-02		调节阀门	Dg50 25mm	
		流量补偿器		自制
LIA-03	1号浆池浆位指示发讯	电流表	0～5m/0～120mA	
		电流控制仪	0～5m/0～120mA	
		电流平衡器	ASKANIA0～5m/0～120mA	

续表

位号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格	备　注
TR-04	1号打浆机入口温度记录	小型晶体管电桥	XDD_1-300,0～100℃,BA_1	
TA-04		铂热电阻	WZB-210,BA_1	
LI-07	圆柱浆池浆位指示	差压变送器	DBC-311 0～4.1mH_2O	
		MA表	XCT 0～10mA	
LI-08	2号浆池浆位指示	电流平衡器	ASKAWIA 0～5M/0～120mA	
		电流表	0～4M/0～120mA	
FRC-09	2号段打浆流量记录控制			
FA-09		电磁流量计	LD-300,Cs=3.8～4.4	
FB-09		电磁流量计转换器	LDD-1,Q_{max}=1000m^3/h	
FV-09		电动阀门	Dg300	
FRC-09		晶体管电位差计	XWD_1-400 0～10mA	
FS-09		电动阀服放大器	DF-1	
ΔTR-10	2号段打浆入口、出口温度差记录			
ΔTB-10,11		温差变送器	DBW-121	
TA-10,11		铂热电阻	WZB-210,BA_1（两支）	
TR-10,11		晶体管电位差计	XWD_1-400 0～10mA	

续表

位号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格	备注
S_RR-12	2号打浆机出口打浆度记录			
S_RB-12		叩解度仪变送器		
S_RR-12		晶体管电位差计	XWD-400	
FRC-14	配浆主浆流量记录控制			
FA-14		电磁流量计	LDD-250 Cs=4%	
FB-14		电磁流量计转换器	LDD-1 Q_{max}=1000m³/h	
FRC-14		晶体管电位差计	XWD-400	
FS-14		电动伺服放大器	FD-1	
FV-14		电动阀门	Dg250	
LI-13	3号浆池浆位指示	电流平衡器	ASKANIA 0～4m 0～120mA	
		电流表	0～4m/0～120mA	
rFRCQ-15	松香胶料流量配比记录控制累计			
rFA-15		电磁流量计	LD-50	
rFB-15		电磁流量计转换器	LDD-1	
rFC-15		晶体管调节器	DTL-121	
rFQ-15		比例积算器	DXS-102	
rFr-15		分流器	DGF-021	
rFR-15		晶体管电位差计	XWD-200 0～10mA	
rFVA_1-15		伺服放大器	SF-40w	

续表

位号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格	备注
rFVA$_2$-15		电动执行器	DKZ-300	
rFVB-15		调节阀门	Dg50	
rFRC-16	损纸浆流量配比记录控制			
rFA-16		电磁流量计	LD-50	
rFB-16		电磁流量计转换器	LDD-1	
rFC-16		晶体管调节器	DTL-121	
rFR-16		晶体管电位差计	XWD-200 0～10mA	
rFS-16		电动伺服放大器	DF-1	
rFr-16		分流器	DGF-021	
rFV-16		电动阀门	Dg150	
TR-05	老圆柱精浆机出口温度记录	小型晶体管电桥	与TR-04合用	
TA-05		铂热电阻	同TA-04	
TR-06	圆柱精浆机出口温度记录	小型晶体管电桥	XDD$_1$-302	
TA-06		铂热电阻	WZB-210 BA$_1$	

（二）国内某厂放料部自控仪表配置

此配置如图15-142所示，其所用自控仪表如表15-59所示。

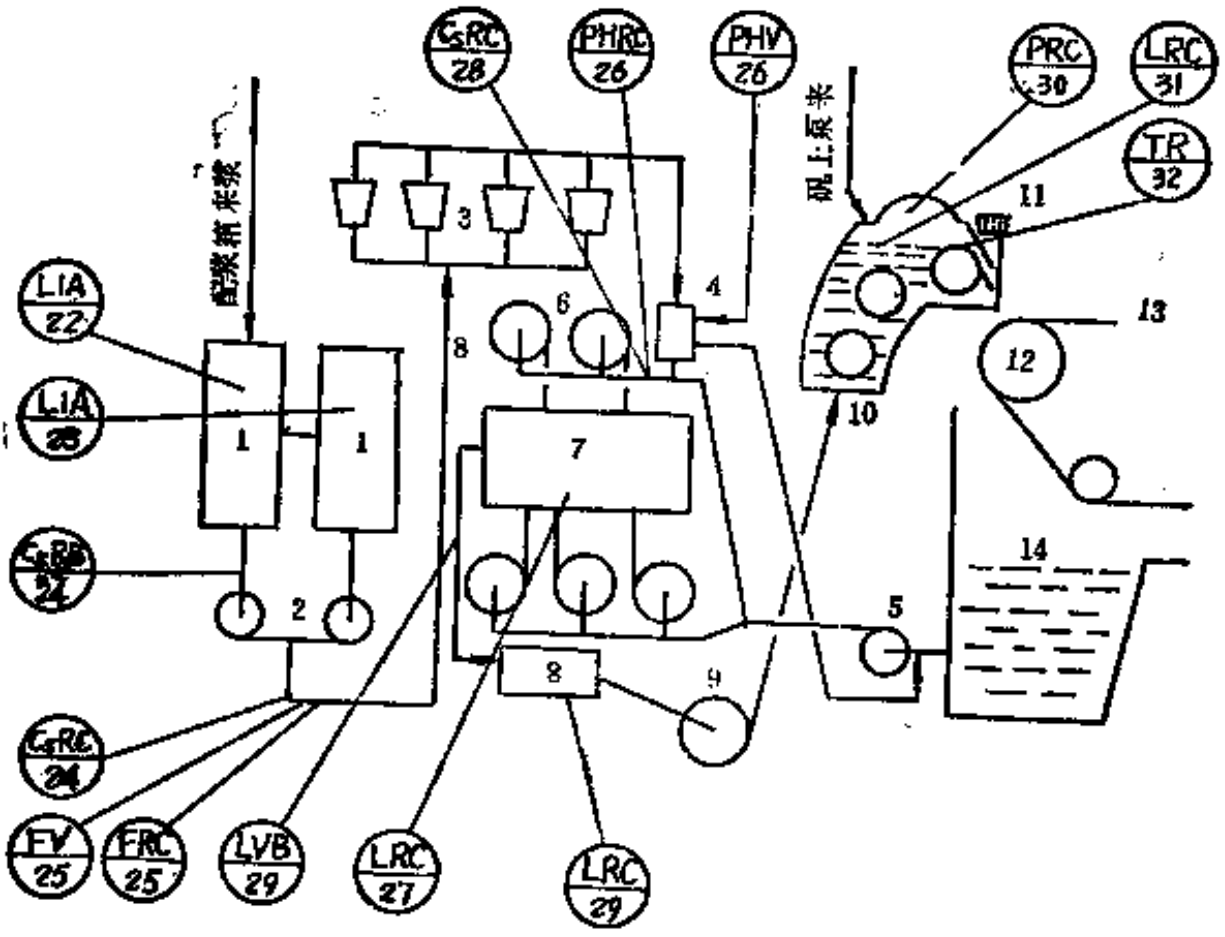


图 15-142　放料部自控仪表配置图

1—浆池　2—浆泵　3—精浆机　4—调料箱　5——次混合泵
6—立式筛　7—中间槽　8—缓冲槽　9—二次混合泵　10—网前箱
11—堰板　12—胸辊　13—铜网　14—网下白水网

表 15-59

位　　号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格	备　　注
LIA-22、23	4号、5号浆池浆位指示			
		电流平衡器	ASKANIA 0～4M/0～120mA	2台
		电流表	0～4M/0～120mA	2台
CsRC-24	成浆浓度记录控制			
CsB-24		刀式浓度变送器		自制
CsC-24		晶体管调节器	DTL-121	
CsR-24		晶体管电位差计	XWD-200 0～10mA	兰针与FR-25合用
$CsRVA_1$-24		伺服放大器	SF40w	
$CsVA_2$-24		电动执行器	DKZ-300	
CsVB-24		调节阀门	Dg50	
FRC-25	成浆流量自动控制记录			
FA-25		电磁流量计	LD-250 Q_{max}=1000m³/h	
FB-25		电磁流量转换器	LDD-1 Q_{max}=500m³/h	
FR-25		晶体管电位差计	XWD-200 0～10mA	与CsR-24同，红针
FC-25		晶体管调节器	DTL-121	
FS-25		电动伺服放大器	DF-1	
FV-25		电动阀门	Dg250	

续表

位　号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格	备　注
PHRC-26	pH自动记录控制			
PHA-26		pH变送器		
PHB-26		pH转换器	PHG-21B 0～10mA	
PHRC-26		晶体管电位差计	XWD-400 0～100mv	
$PHVA_1$-26		伺服放大器	DF-1	
$PHVA_2$-26		电动执行器	滚切式JDK-100	
LRC-27	中间槽液位记录控制			
LB-27		差压变送器	QBC-311 0～2MH_2O/0～10mA	
LRC-27		晶体管电位差计	XWD-400 0～100mv	
LG-27		伺服放大器	DF-1	
LV-27		电动阀门	Dg300	
LRC-29	缓冲槽液位记录控制			
LR-29		晶体管电位差计	XWD-200 0～10mA	
LC-29		晶体管调节器	DTL-121	
LB-29		电容式液面计	VR-1+BVR-1 0～2m	
LVA_1-29		伺服放大器	DF-1	
LVA_2-29		电动执行器	DKJ-200	
LVB-29		蝶阀	Dg400	

续表

位　　号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格	备　　注
PRC-30	网前箱压力记录控制			
PB-30		差压变送器	DBC-321(1～3mH_2O)/0～10mA	
PR-30		晶体管电位差计	XWD-200 0～100mv	兰针与LRC-31合用
PC-30		晶体管调节器	DTL-121	
PS-30		伺服放大器	DF-1	
PVA-30		电动执行器	滚切式JDK	
LRC-31	网前箱液位记录控制			
LB-31		差压变送器	DBC-321 0～600mmH_2O	
LR-31		晶体管电位差计	XWD-200	
LC-31		晶体管调节器	DTL-121	
LVA-31		电动执行器	DKJ-500	
LVB-31		调节蝶阀	Dg400	
TR-32	网前箱温度记录			
TR-32		晶体管电子电桥	XDD-302	与TR-11合用
TA-32		铂热电阻	WZB-210BA$_1$	
CsRC-28	网前箱浓度记录控制			
CsR-28a		低浓变送器		试制
CsR-28b		高浓变送器		
CsRC-28		晶体管电位差计	XWD-400 0～10mA	
CsS-28		伺服放大器		DF-1改装

注，1kgf/cm^2=9.80665×10^4Pa

1mmH_2O=9.80665Pa

（三）国内某厂200t车间(200t/d)打浆与配浆的自控仪表配置

如图15-143所示，200t纸机打浆与配浆基本为连续管道化打浆系统。以20%漂白化浆和80%木浆分别进行打浆后与添料等按一定配比共同通过配浆箱贮于5号浆池内供造纸用，其自控仪表介绍如下：

① 化学浆经浓缩机贮于1号浆池，再经3台串连乔登精浆机送至4号浆池再送至配浆箱，在乔登打浆机入出口设有温度指示仪(T_{142}、T_{143})，供打浆操作用。

② 机械木浆板由人工装入两台破碎机，破碎后送入2号浆池贮存，从2号浆池分至12台100型圆柱打浆机，细磨后再贮于3号浆池，从3号浆池送入配浆箱。在圆柱打浆机出入口处装温度指示仪(T_{144}、T_{145})，供操作用。

③ 在圆柱打浆机入口总管上装压力继电器(p_s)一台作供无浆时12台圆柱打浆机自动退刀联锁信号之用；

④ 于圆柱打浆机控制台前装风压继电器(PL_{11})一台，供无风压总停圆柱打浆机的联锁信号之用。

⑤ 在2、3、4、5、6号浆池设卡里浓度调节记录仪(C_5、C_6、C_7、$C_{8.1}$、C_8)，其感受元于装于二楼，执行元件蝶阀在一楼浆泵入口处调节白水加入量，以稳定浆泵出口浆的浓度。

⑥ 各浆池设有浆位记浆仪(L_{36}～L_{41})共6台，满位信号(L_{30}～L_{35})共6台，2号浆位指示仪(LI_{50})引至小破碎机室内，供其及时掌握操作情况。

⑦ 品兰由三楼经电磁流量记录仪(FR_{24})加入配浆箱；矾土经转子流量计(FI_{25})加入配浆箱。

⑧ 从伏损池来之损纸浆经两台脱水机后流入6号浆池贮存

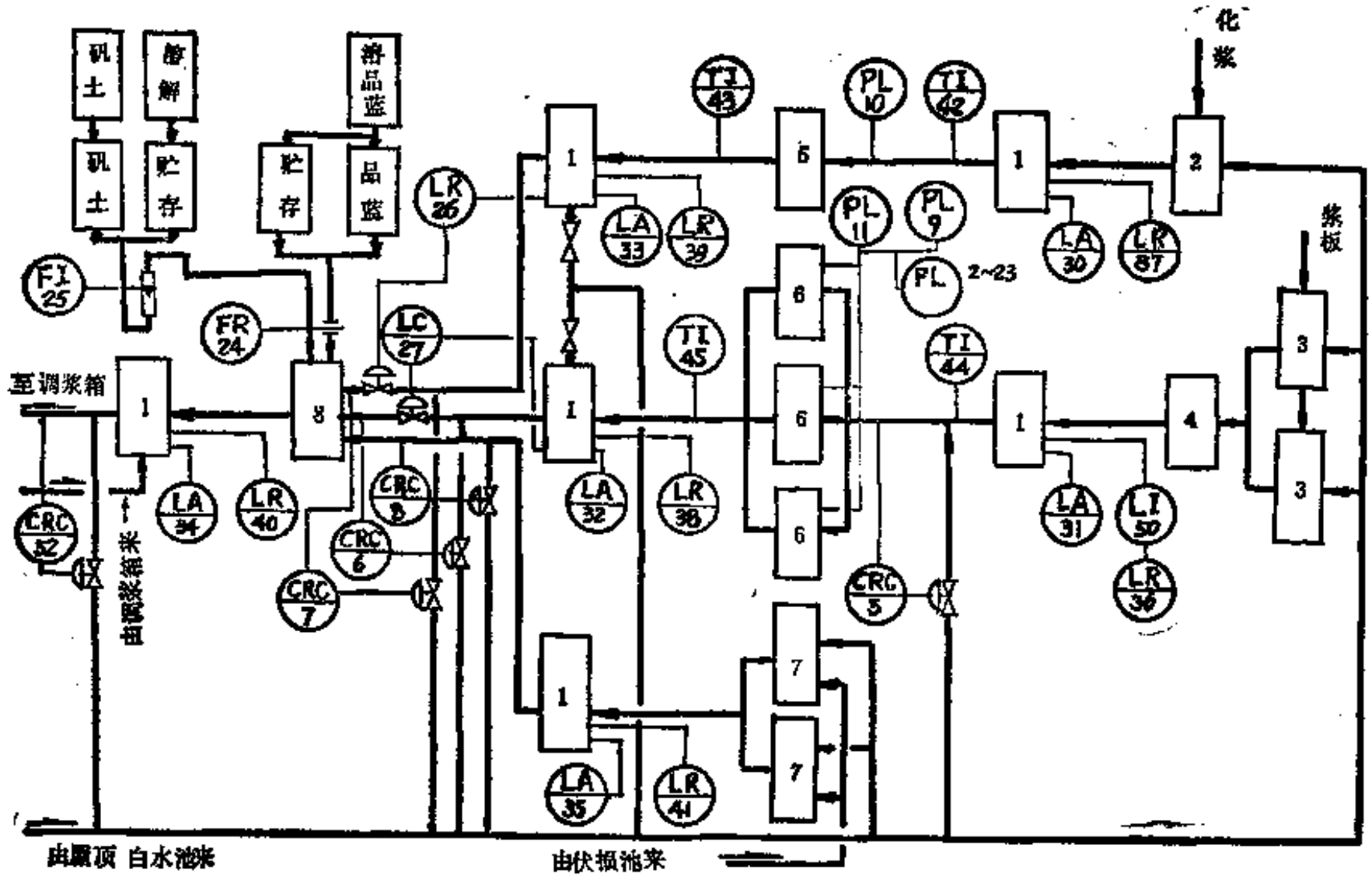


图 15-143　200t纸机打浆与配料系统的自控仪表配置图

1—浆池　2—浓缩机　3—破碎机　4—分浆箱　6—精浆机　6—圆柱打浆机　7—脱水机　8—配浆箱

后经配浆箱加入5号浆池。

（四）国内某厂200t车间纸机筛选、上浆工段仪表配置，生产流程及主要自控仪表流程

如图15-144所示。200t纸机筛选上浆系统为封闭式管道化设备。配成纸浆由贮浆池送入调浆箱，达到浆位稳定，后由电动料门与网坑白水管道汇合稀释再由1号保尔（锥形除渣器）泵送入一段保尔及旋翼筛筛选之。

由旋翼筛出口处分两路，一路少量浆料溢流回一段保尔槽；一路进入上浆泵通过珍珠阀及傍通气动阀进入网前箱。该系统在5号浆池出口处设浓度调节记录仪(C52)、打浆度记录仪(SR46)、pH值记录仪(PHR47)，供稳定造纸用浆工艺条件之用。

在调浆箱出口处设纸页定量自动调节器(BW54、55)或可转换成远方手动料门，供控制纸页定量之用。

在各段保尔与旋翼筛入出口上均装有指示压力表，供工艺操作之用。

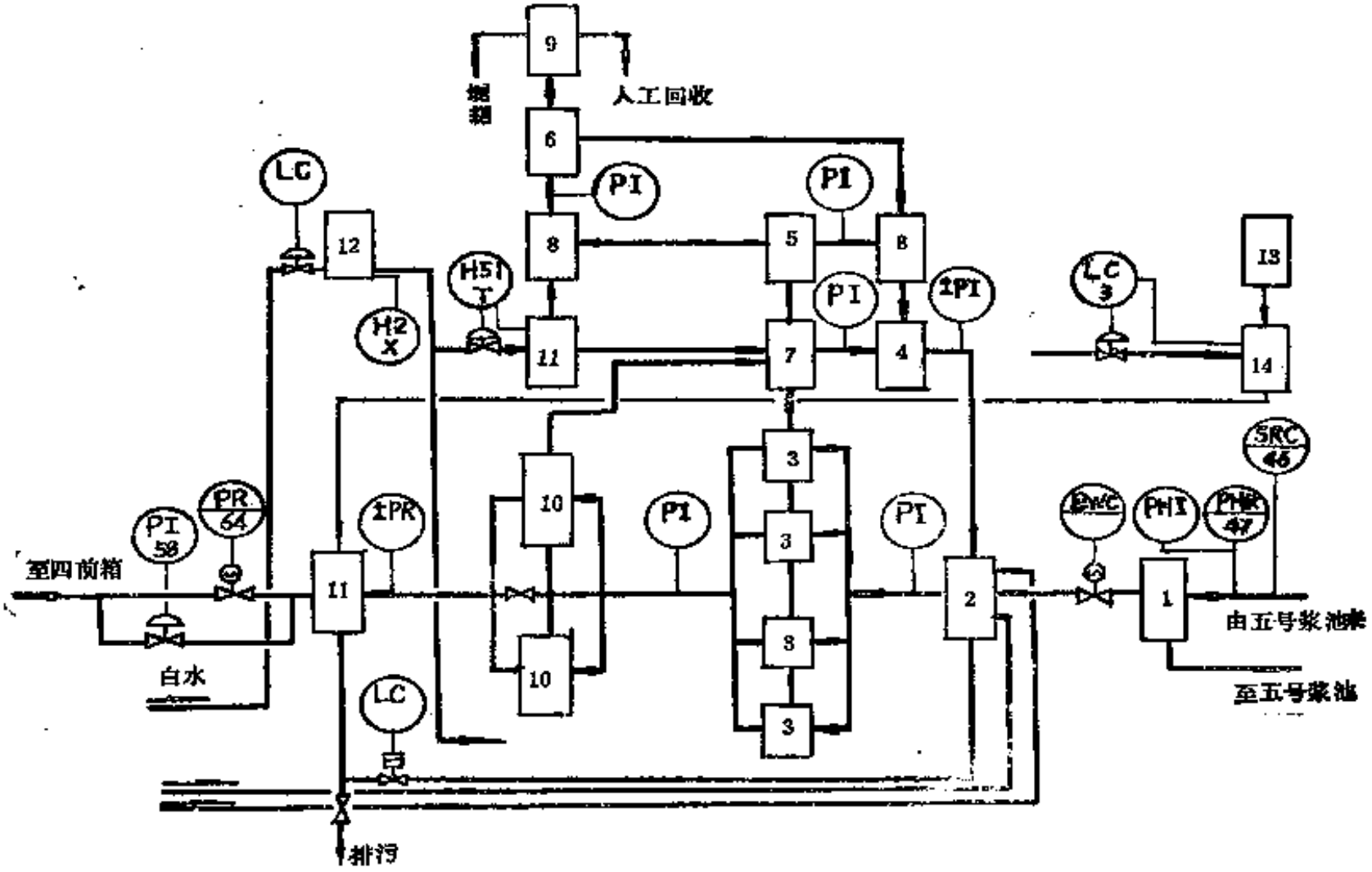


图 15-144　200t纸机筛选、上浆流程自控仪表配置图

1—调浆箱　2——段保尔泵　3——段保尔除渣器　4—二段保尔除渣器　5—三段保尔除渣器　6—四段保尔除渣器　7——段保尔除渣器筒　8—三段保尔除渣器槽　9—四段保尔除渣槽　10—旋翼筛　11—平衡池　12—屋顶白水池　13—滑石粉　14—粉液贮存

（五）小型纸机连续配料系统仪表配置

上海新安造纸厂最近几年在日产10～20t小型纸机上用管道连续配料代替配料缸间歇配料，运行情况良好，生产过晒图原纸、蜡光原纸、扑克牌原纸、牛皮胶节纸、木砂原纸、静电复写原纸等各种纸张，使用浆种有木、棉、芒杆、苇等多种原料。图15-145为配料流程图。

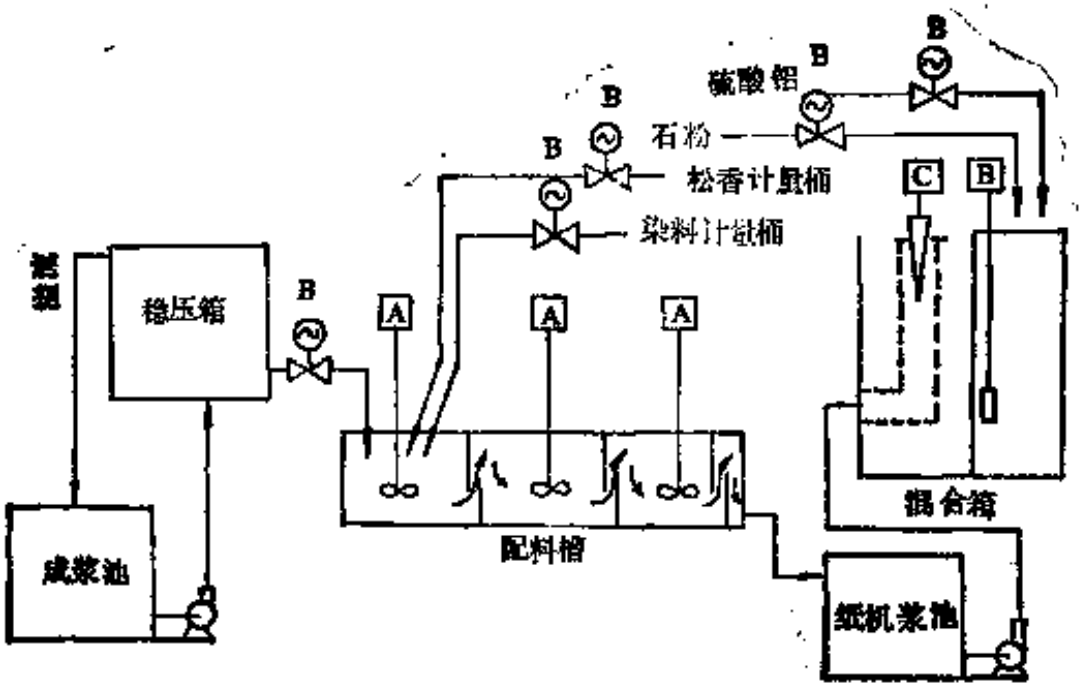


图 15-145　小型纸机配料流程图

A—搅拌器　B—调节阀　C—浓度调节器

图15-146为小型纸机管道连续配料生产过程自控仪表配置图。

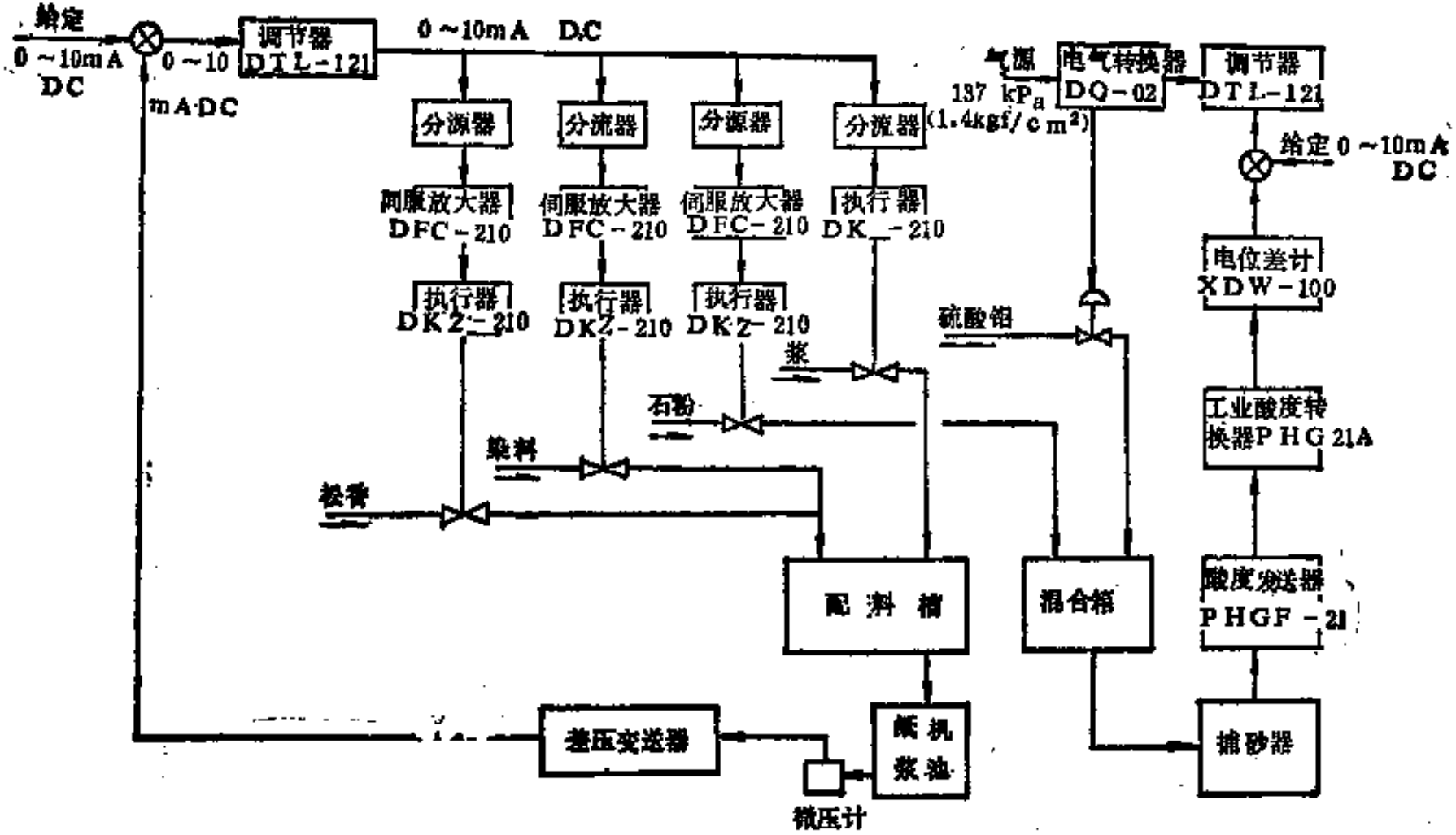


图 15-146　小型纸机管道连续配料生产过程自控仪表配置图

（六）国外打浆与配浆的主要自控仪表配置

如图15-147～148所示。

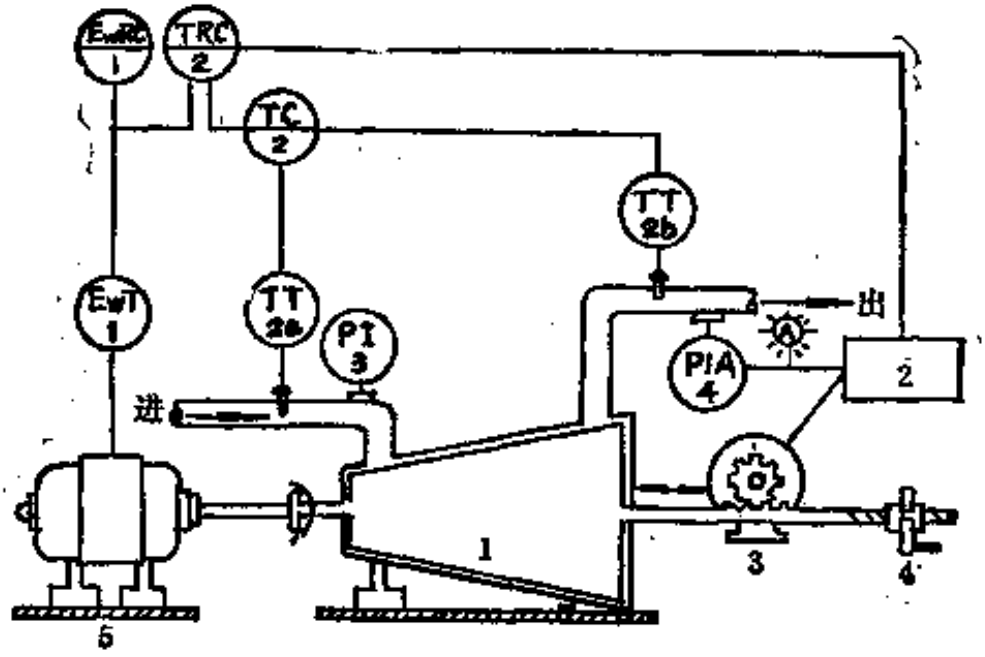


图 15-147　打浆机自控仪表配置图

1—可移动的转子　2—可逆起动器　3—转子位移传动电机　4—手轮　5—主电机

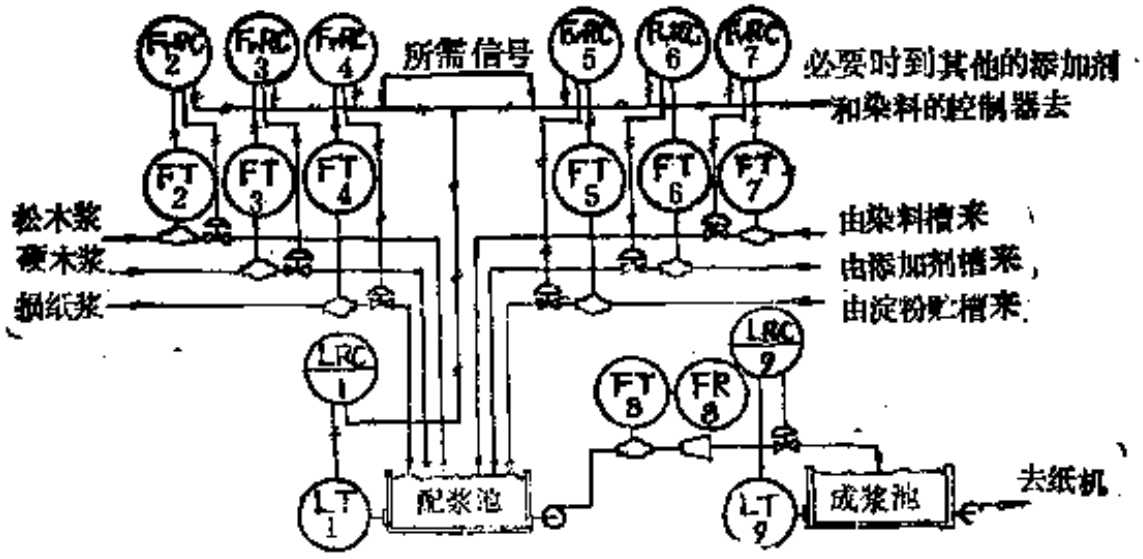


图 15-148　配浆系统自控仪表配置图

十四、纸　　机

（一）国内某厂纸机干燥部工艺流程自控仪表的配置

该厂的仪表配置如图15-149所示，其所用自控仪表如表15-60所示。

表 15-60

位　　号	被控参数名称	仪表名称
VB-48	第1组烘缸线速测量	线速度脉冲转换器
VB-49	第2组烘缸线速测量	同上
-50	第3组烘缸线速测量	同上
-51	第4组烘缸线速测量	同上
-52	第5组烘缸线速测量	同上
-53	第6组烘缸线速测量	同上
-54	第7组烘缸线速测量	同上
-55	第8组烘缸线速测量	同上
-56	第9组烘缸线速测量	同上
VB-57	压光线速测量	同上
-58	卷取线速测量	同上
H_2OR-59	纸张水份测量	微波水份测量探机
BWR-60	纸张定量测量	β射线定量仪
BWR-61	纸张定量扫描	β射线定量扫描
ΔH_2OR-62	电导纸张水份测量	电导水分
断DL-44	干部断头记录	卷取机电机电流互感器 XWD圆图电位差计

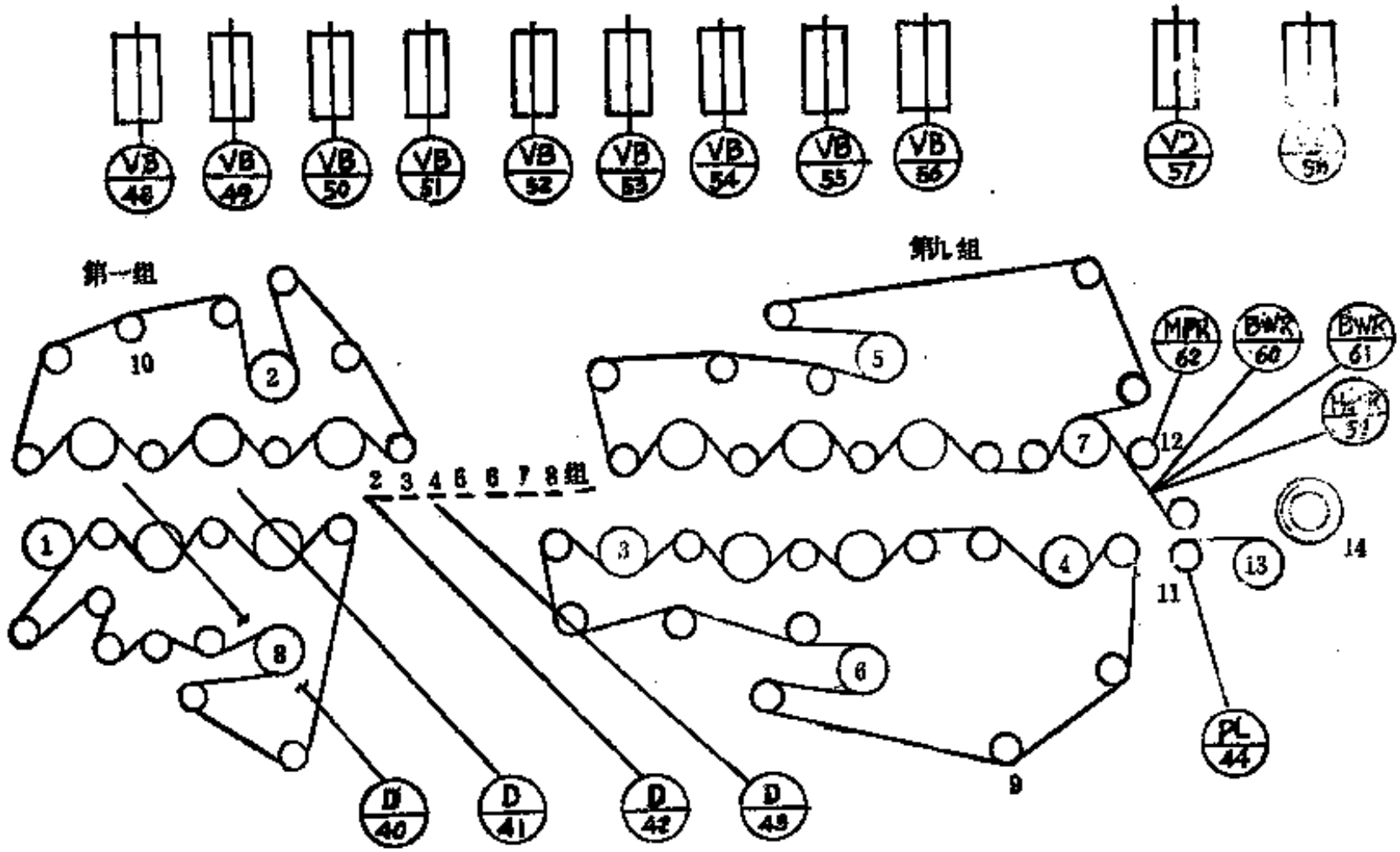


图 15—149　纸机干燥部自控仪表配置图

1～3—烘缸(54个)　4、7—冷缸(2个)　2、5、6、8—大布缸(18个)
9、10—大布辊(179个)　11—压光机　12—弹簧辊　13—卷纸辊
14—纸卷

(二) 国内某厂纸机三段通汽流程及自控仪表的配置

国内某厂纸机三段通汽流程及自控仪表配置图(图15-150)。所用其自控仪表如表15-61所示。

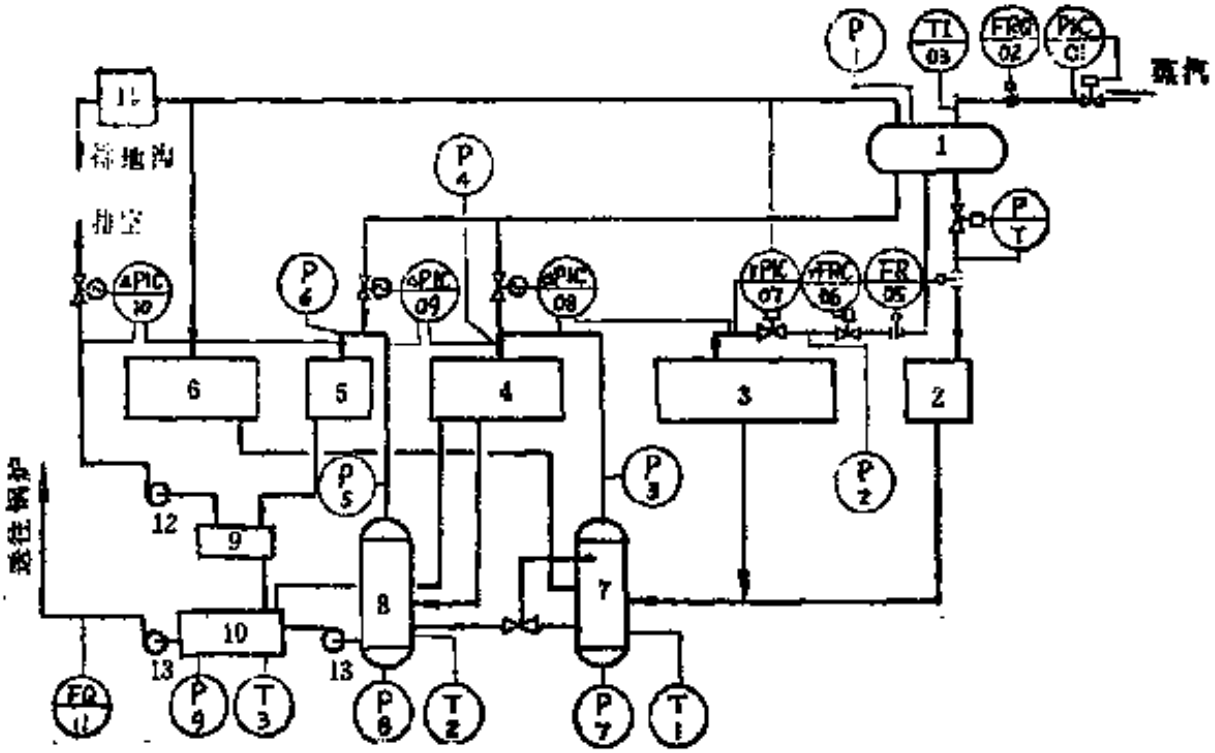


图 15-150 纸机三段通汽流程自控仪表配置图

1—配汽缸 2—52号导缸 3—27～54号缸为一段汽 4—11～26号缸为二段汽 5—1～10号缸为三段汽 6—大布缸 7—一次汽分离器 8—二次汽分离器 9—表面冷却器 10—冷凝水槽 11—冶煤吹风机 12—真空泵 13—冷凝水泵

表 15-61

位号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格
PIC-01	分汽缸压力指示控制		
PC-01		膜压压力调节器	ASKANIA R02-st3-W138 0.5～5kgf/cm²
PI-01		压力表	ASKANIA 211e 0～4kgf/cm²
PV-01a		五路切换板	ASKANIA n71
PV-01b		液压活塞	ASKANIA RZ21 D100 Li50
PV-01c		蝶阀	ASKANIA B型 Dg400
PV-01d		远方控制器	RZK-201
PV-01e		比率计	111.2外接2×5Ω
FRQ-02	主蒸汽流量记录累积		
FE-02		环室孔板	Dg400Pgb.D/d=405/26
FT-02		电动差压变送器	DDZ-Ⅰ0～103.4mmH_2O≥0～10mA.Pg64
FM-02		电动开方器	DJK-01
FR-02		电子电位差计	XWD-200 0～30t/h
FQ-02		累积器	ASKANIA n=0～60t/h
TI-03	主蒸汽温度指示		
TF-03		热电阻	WZB-210 BA_1
TI-03		比率计	ELE-110 BA_1 0～300℃
TS-03		供电装置	SPH1016 220v/6v 0.1～0.5A

续表

位号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格
PIC-04	导缸压力指示控制		
PC-04		液压压力调节器	ASKANIA Re52-e3k-STP-w/36 0.5～5 kgf/cm²
PI-04		压力表	ASKANIA 2118 0～4kgf/cm²
PV-04a		五路切换板	ASKANIA n71
PV-04b		液压活塞	ASKANIA $Z_{21}D_{100}$ L190
PV-04c		单座阀	ASKANIA RMYJ 20 n/983 Dg65
PV-04e		远方控制器	RZK-201
PV-04d		比率计	111.12
PV-04		给定器	ASKANIA 0.5～2.5kgf/cm²
FR-05	导缸蒸汽流量记录		
FE-05		环室孔板	DB5 Pg6 D/d=65/42.64
FT-05		电动流量变送器	ASKANIA 7505-020-0～625mmH_2O 0～120mA
FR-05		双针记录仪	ASKANIA 2165A
VFRC-06	导缸和一段蒸汽流量比率记录控制		
FE-06		环室孔板	Dg300, Pg6 D/d=304/246.4
FT-06		一段流量变送器	ASKANIA 7505-020-625mmH_2O△ 0～102mA
FR-06		双针记录仪	ASKANIA 2165A

续表

位号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格
FC-06a		单混合装置	ASKANIA 2585～01AB～220v 50Hz
FC-06b		电动调节器	ASKANIA K20-st3-s22 N186
FV-06c		分流器	ASKANIA 2250-00-22A
FV-06a		五路切换板	ASKANIA a71
FV-06b		液压活塞	ASKANIA RZ21
FV-06c		蝶阀	ASKANIA B型Dg300 Pg6
FV-06a		远方控制器	KZR-201
FV-06e		比率计	111.12
VPIC-07	一段母管压力和大布缸母管压力比控制		
PI-07a		一段母管蒸汽压力指示仪	ASKANIA 2118 0～4kgf/cm²
PI-07b		大布缸母管压力指示仪	ASKANIA 2118 0～4kg/cm²
PC-07		大布缸母管压力液压调节器	ASKANIA RW25-(515)-st109-W136
PV-07a		五路切换板	ASKANIA R71
PV-07c		蝶阀	ASKANIA B型 Dg150,Pg6
PV-07b		液压活塞	ASKANIA KZ21
PV-07d		远方控制器	RZK-201
PV-07e		比率计	111.12
ΔPIC-08	1～2段压差偏差指示控制		
ΔPT-08		电动差压变送器	DFC-331 0～2.5kgf/cm²
ΔPC-08		PID调节器	

续表

位号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格
ΔPV-08a		伺服放大器	DFC-1
ΔPV-08b		电动操作器	DFD-03
ΔPV-08c		毫安表	6961-A 0～10mA
ΔPV-08d		电动执行器	DKZ-500
ΔPV-08e		双座阀	Dg150 Pg40
ΔPIC-09	2～3段压差低差指示控制		
ΔPT-09		电动差压变送器	DBC-331
ΔPV-08		PID调节器	DTL-121
ΔPV-09a		伺服放大器	DFC-1
ΔPV-09b		电动操作器	DFD-03
ΔPV-09c		毫安表	69C1-A 0～10mA
ΔPV-09d		电动执行器	DKZ-510
ΔPV-09e		双座阀	Dg100 Pg16
ΔPIC-10	3段进出口压差低差指示控制		
ΔPT10		电动差压变送器	PBC-331
ΔPC-10		PID调节器	DTL-121
ΔPV-10a		伺服放大器	DFC-1
ΔPV-10b		电动操作器	DFD-03

续表

位号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格
ΔPV-10c		毫安表	69C1-A 0～10mA
ΔPV-10d		电动执行器	DKZ-500
ΔPV-10e		双座阀	Dg100 Pg16
FQ-11	疏水流量累积		
FZ-11		环室孔板	
FT-11		电动流量变送器	DBL-321 0～1600mmH_2O
FQ-11		比例积算器	DXS-102
P_1		分汽缸压力表	Y-100 0～6kgf/cm²
P_2		一段蒸汽母管压力表	Y-100 0～4kgf/cm²
P_3		二段蒸汽母管压力表	Y-100 0～4kgf/cm²
P_4		二段蒸汽母管压力表	Y-100 0～4kgf/cm²
P_5		三段蒸汽母管压力表	
P_6		三段出口压力表	YZ-100 760～2.5kg/cm²
P_7		1号汽化罐压力表	Y-100 0～4kg/cm²
P_8		2号汽化罐压力表	Y-100 0～4kg/cm²
P_9		疏水罐压力表	YZ-100 760～2.5kg/cm²
P_{10}		油泵压力表	Y-100 0～6kg/cm²
T_1		1号汽化罐温度计	WTL-100<130,20～120℃
T_2		2号汽化罐温度计	WTL-100,<130,20～120℃
T_3		疏水罐温度计	WTL-100,<130,20～120℃

(三) 国内某厂200t纸机干燥部自控仪表配置

吉林造纸厂200t车间纸机干燥部等生产流程及主要自控仪表配置如图15-151所示。该干燥部供汽为开放式。烘缸最大耐压为490 kPa(5kgf/cm²)在缸内形成水环时，出入口压差为19.6kPa(0.2kgf/cm²)以上迫使水排出缸外。该干燥部为三段通汽。第三段为6个缸(1～6)；第二段为13个缸(7～19)；第一段为34个缸(20～54)，最后55、56为冷缸。56号缸包铜壳，加风压排水。另外还有10个大布缸。由配汽站来的汽经车间总蒸汽流量表(FR124)通过并联减压阀稳压后供纸机用汽。其压力由压力调节器(p104-JT)自动调节。蒸汽经流量表(FR-111)进入分汽缸，分汽缸出口分三路：第一路由压差调节器(ΔPRC-108)调节大布缸出入口压差；第二路由水分自动调节器(MPC)或压力调节器(P105-JT)进行调节，1、2和2、3段通汽分别由压差调节器(ΔP106、P107)调节其供汽量；第三路由52号缸压力调节器(P109)调节其压力后经文丘里管取出压差作为水分调节器(MPC-119)的输入信号，经水分调节器放大整定后通过三通切换阀B调节一段汽压达到自动调节水份的目的。

大布缸出口总冷凝水管经逆止阀C与一段用汽52号缸回水共同进入第一号回水罐。其乏汽送入二段用汽主管去，二段不足蒸汽由一、二段压差调节器自动补充。在回水罐内冷凝水由浮标和气动调节阀控制罐内水位，其出口冷凝水由冷凝水泵经回水流量表(TR-112)送至配汽站。第二、三号回水罐与其相同。唯第三回水罐乏汽由楼上真空泵吸入热交换器经充分冷却后流回回水罐，然后由回水泵将冷凝水送至配汽站。在真空泵入口处还装有真空自动调节系统与手动阀门，以稳定第三号回水罐真空度不变，达到稳定第三段通汽缸表面温度目的。

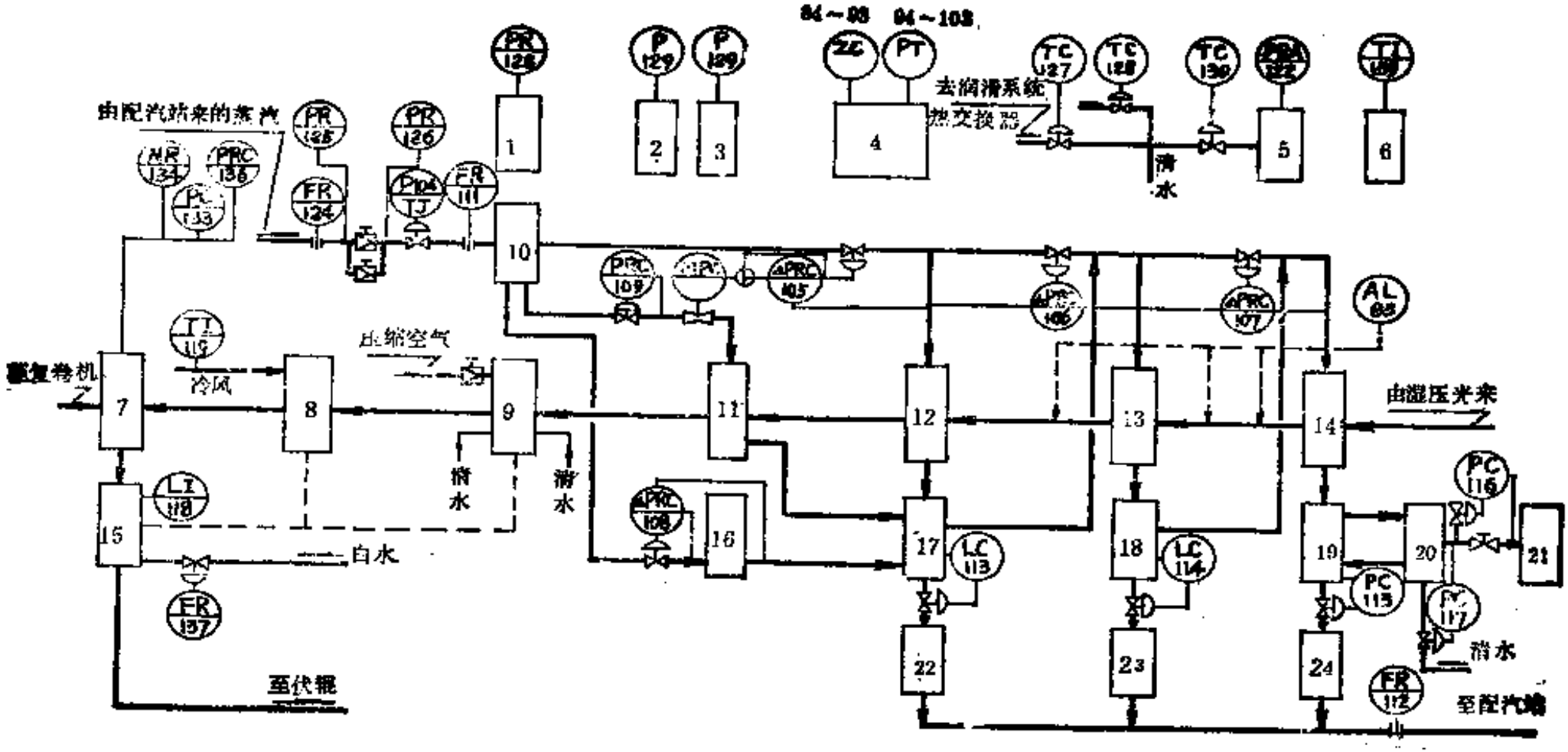


图 15-151　200t纸机干燥部自控仪表配置图

1—压缩空气　2、3—润滑系统　4—大布上、下干燥　5—张紧液压站热交换器　6—通风系统　7—卷纸机　8—压光机　9—冷缸　10—分气缸　11—52号烘缸　12—一段通汽　13—二段通汽　14—三段通汽　15—大破碎机　16—大布烘缸　17—一号缸　18—二号缸　19—三号缸　20—热交换器　21—真空泵　22、23、24—回水泵

（四）国内某厂纸机湿部仪表配置

国内某厂纸机湿部工艺流程及主要自控仪表配置如图15-152所示。其自控仪表如表15-62所示。

表 15-62

位号	被控参数名称	仪表名称	仪表型号规格	备注
SC-34	铜网自动调节	铜网自动校正器		
PR-34 PB-35	伏辊真空度记录 伏辊真空度记录	晶体管电位差计 真空度变送器	XWD-200 0～10mA DBZ-011	
VR-36	网前箱浆速网速比记录	晶体管电位差计	XWD-200 0～10mA	
H_2OR-37 H_2OB-37	湿纸水份记录 湿纸水份记录	晶体管电位差计 微波测定	XWD-200 0～10mA	试制
BWR-38 BWB-38	湿纸定量记录	晶体管电位差计 纸张测厚仪	XWD-200 0～10mA	改装
VB-41	刹纸辊线速测量	线速度脉冲转换器		
VB-42	洗涤辊线速测量	同上		
VB-43	一压辊线速测量	同上		
VB-44	一压辊线速测量	同上		
VB-45	二压辊线速测量	同上		
VB-46	三压辊线速测量	同上		
VB-47	平滑辊线速测量	同上		

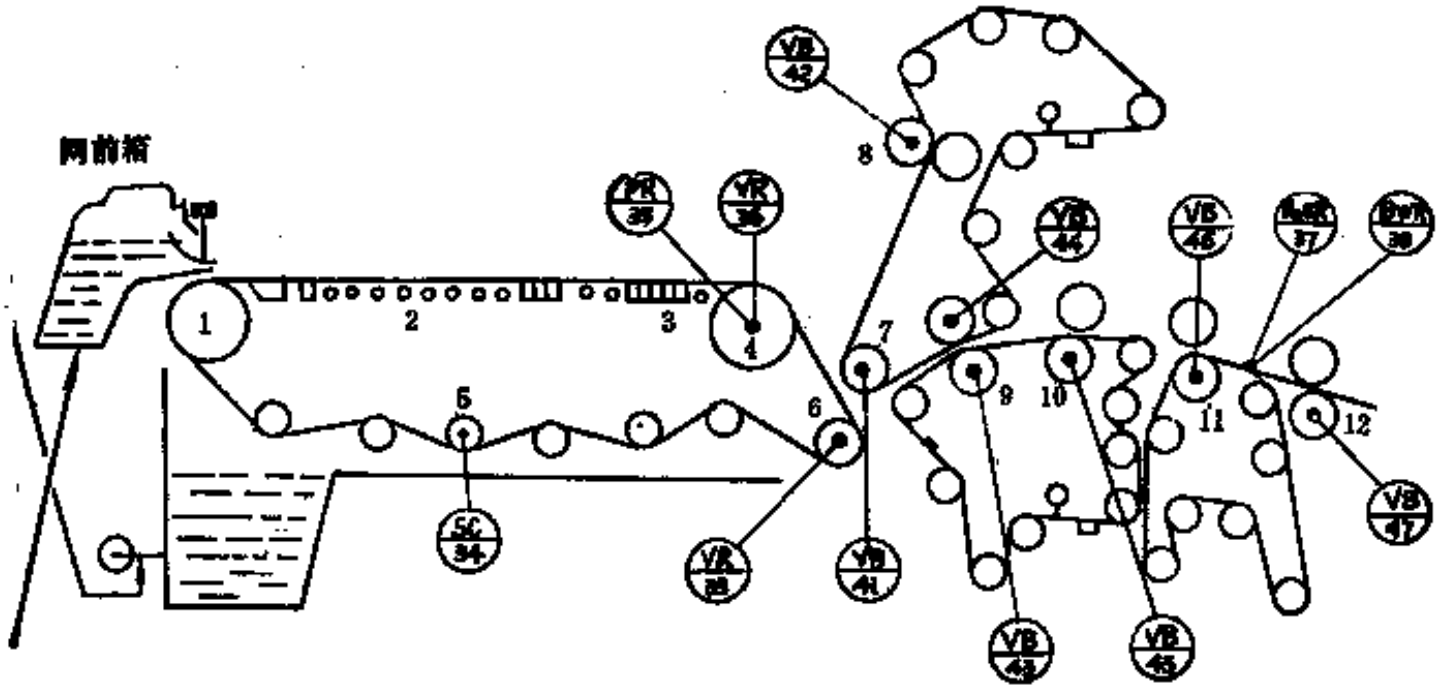


图 15-162　纸机湿部工艺流程自控仪表配置图

1—胸辊　2—案辊(22个)　3—吸水箱　4—伏辊　5—调辊

6—回网辊　7—引纸辊　8—洗涤辊　9—一段压榨　10—二段压榨

11—三段压榨　12—平滑辊

（五）国内某厂纸机湿部工艺流程及主要自控仪表配置

如图15-153所示。

（六）国外造纸机湿部生产过程和自控仪表配置

国外造纸机湿部生产过程自控仪表配置如图15-154所示。

（七）国外造纸机干燥部自控仪表配置

国外造纸机干燥部生产流程自控仪表配置，如图15-155所示。

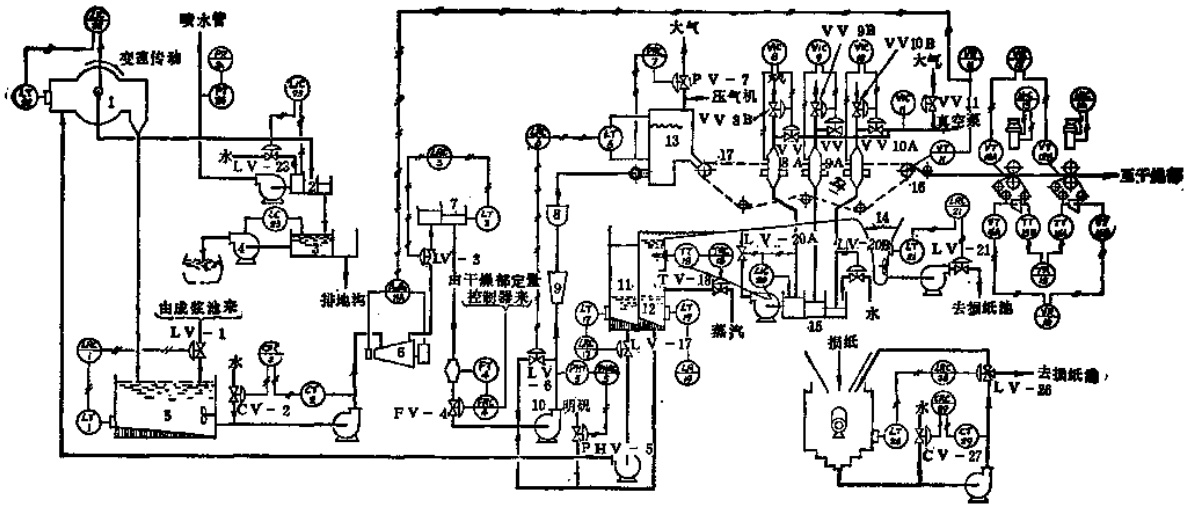


图 15-154　国外造纸机湿部的生产过程自控仪表配置图

1—白水回收装置　2—水封槽　3—闸板　4—取样泵　5—纸机浆池　6—打浆机　7—浆槽　8—筛选　9—除砂器　10—离心泵　11—白水池　12—钢网水池　13—流浆箱　14—伏辊池　15—水封槽　16—伏辊　17—铜网

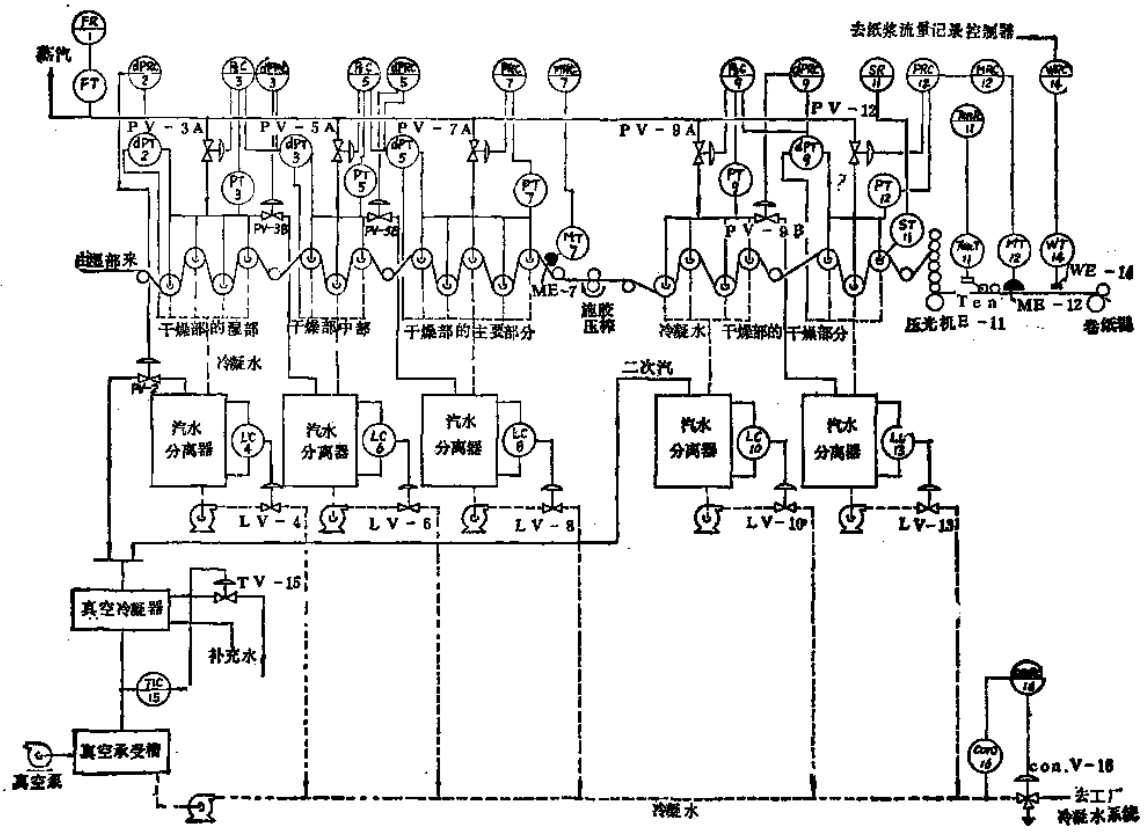


图 15-155　国外造纸机干燥部生产流程自控仪表配置图

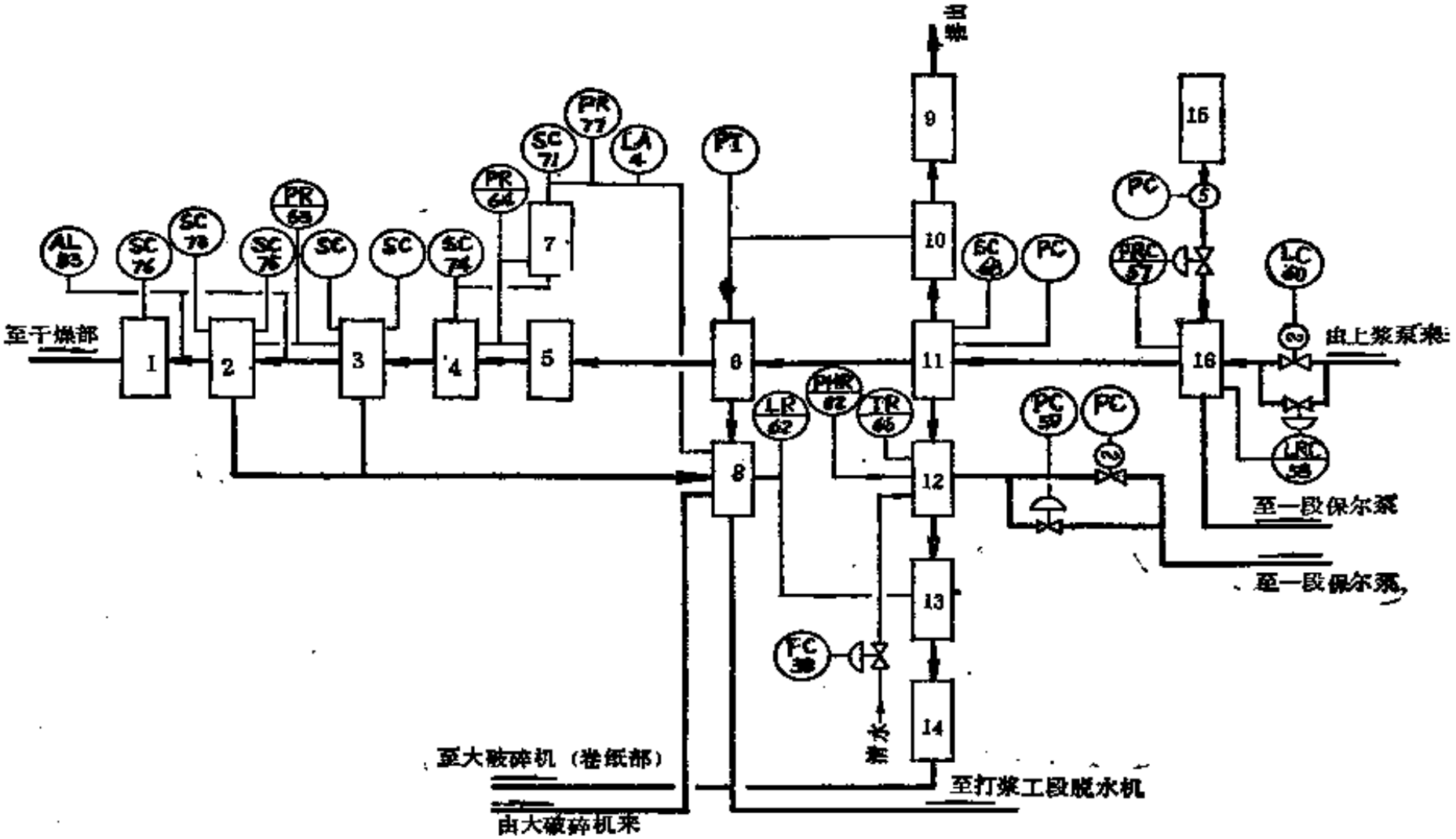


图 15-153　200t纸机湿部自控仪表配置图

1—湿压光　2—第二压榨　3—第一压榨　4—移送压榨　5—引纸辊　6—伏箱　7—洗涤压榨　8—伏损池　9—水封槽　10—吸水箱　11—网部　12—网坑　13—一号白水池　14—二号白水池　15—气纸　16—网前箱

参 考 资 料

1. 《石油化工自动控制设计手册》，石油化工自动控制设计手册编写组编，石油化工出版社，1978年3月。

2. 《甘蔗糖厂设计手册》第十一章工业自动化仪表(初稿)，湖南省轻工设计院手册编写组，1977年11月。

3. 《工业自动化仪表产品样本》上、中、下册，第一机械工业部编，机械工业出版社，1974年3月。

4. 《仪器仪表分配管理目录》上、下册，1976年，第一机械工业部产品管理局编。

5. 《QDZ—Ⅰ型气动调节器》，上海自动化仪表一厂1973年。

6. 《调节器的工程整定和校验》，浙江大学化工自动化教研组等编，石油化学工业出版社，1976年6月。

7. NNG—01型光电浓度变送器安装使用说明书，福建漳州仪表厂，1977年11月。

8. 《造纸技术通讯》，1979年第1期，第112～113页。

9. 吉林造纸厂200纸机控制测量设备简介，吉林造纸厂第六车间仪表组，1974年4月。

10. 蒸煮程序控制试用情况简介，《江苏造纸通讯》1977年第1期。

11. 《制浆造纸工业自动化》，莫芳灿编，1981年1月，轻工业出版社，第7～126页。

12. An introduction to paper industry instrumenation Revised edifion; 1977. P.363～P.405.

13. Pulp and qaper Mill process instrumentat-

ion Edited by J. C. W. Evans. 1969, P 2～P27.

14. Cneguальные иpиборы и pezyiузторы lieuo-югозuo-Бунажноlo производства Л.Н.Преоброженс кий В.Н.Александр А.Д.Лихтер,1972.Москва.

15. 1976年第一机械工业部仪器仪表自动化装置展览会展品选编，（上册），第271～272页。

16. WZBM—50型轧辊表面铂热电阻研制报告，江西工学院、南昌自动化仪表厂，1980年 2 月。

17. WZBM—50型非接触式轧辊表面温度传感器使用说明书，南昌自动化仪表厂，1979年 9 月。

18. 紙パルプ工業用セこキーについて（1），（2），（3），《紙パルプ技術タイムス》昭和54年10月第 1 ～15页，昭和54年11月第26～41页，昭和54年12月第 1 ～15页。

19. 最新形インライン・フリネス計“ネオフリーネ”の実用化，《紙パ技協誌》昭和50年 7 月第42～45页。

20. Freeness measurement, 《An introduction to paper industry instrumentation》,1977年John R. Lavigne, 第253～255。

21. 液体密度（比重、浓度)计说明书,QDZ-YTMD-1型，武汉测量仪器厂。

22. GUH—101型红外水分计研制报告，广东省测试分析研究所、广东佛山分析仪器厂、广州造纸厂，1981年 4 月。

23. Scs—35B型测厚仪（使用说明），广东省测试分析研究所三室、广州造纸厂工艺科仪表组，1981年 5 月。

24. 纸浆浓度计测装置，许国昌，《国外造纸》1983年 3 月，P53～60页。

25. 紙パルプにおけるユンピユタユントロール,厚纸向B/Mシスラム用水分計，清部政一郎，平野時雄，《紙パルプ技術タイムス》，昭和59年 3 月。